P-ISSN 1815-5103
E-ISSN 1815-5111

Forstschutz Aktuell

Nr. 50 Dezember 2010

BFW

2 Thomas L. Cech, Hannes Krehan, Bernhard Perny und Gottfried Steyrer
Kronenschäden bei Lärchen in Österreich weit verbreitet

7 Thomas L. Cech
Aktuelle Pilzkrankheiten an Bäumen in Österreich 2010

11 Axel Schopf und Peter Kritsch
Kältehärte und Überwinterung des Buchdruckers

17 Bernhard Perny
Massenauftreten des Buchsbaumzünslers *Diaphania perspectabilis* im Osten Österreichs

20 Hannes Lemme und Ralf Petercord
Neues Monitoringverfahren für die Fichtengespinstblattwespe in Bayern eingeführt

23 Ralf Petercord und Gabriela Lobinger
Diflubenzuron:
ein notwendiger Wirkstoff für einen integrierten Pflanzenschutz

27 Stefan Smidt
Sind die „nicht phytotoxischen" Spurenstoffe in der Luft für den Wald relevanter als aggressive Luftschadstoffe?

30 Personelles

Institut für Waldschutz

Unter Mitwirkung der

LWF

Kronenschäden bei Lärchen in Österreich weit verbreitet

Thomas L. Cech, Hannes Krehan, Bernhard Perny und Gottfried Steyrer

Abstract

Crown Damage of Larch widespread in Austria

Needle discoloration, crown thinning and twig- and branch dieback of European Larch was reported from Styria, Salzburg, Carinthia, Upper and Lower Austria from June 2010 on. For the damage in lowlands, the primary cause is regarded as early winter frost following rainy and warm weather in autumn of 2009. In altitudes above 1000 m, larches commonly show the characteristic symptoms of spring frost during budburst in May 2010. Among the biotic agents contributing to the crown thinning, aphids are most common. In some regions, the Western Larch Case-Bearer (*Coleophora laricella*) is the dominant species responsible for needle yellowing. Larch Bud Midge (*Dasyneura laricis*) and Larch bark moth (*Cydia zebeana*) are of importance, at least locally. From the fungal diseases it is only *Mycosphaerella laricina,* which commonly colonises needles damaged by aphids. A relation between frost damage and repeated epidemic occurrence of needle sucking insects is discussed.

Keywords: Larch *Larix europaea,* crown thinning, twig dieback, winter frost, spring frost

Kurzfassung

An Lärche wurden seit Juni 2010 auffällige Kronenschäden und Schadsymptome am Stamm in den Bundesländern Steiermark, Salzburg, Kärnten, Ober- und Niederösterreich beobachtet. In niederen Lagen deuten die Symptome auf primäre Forstschäden durch den Wintereinbruch 2009 hin, der auf einen warmen und regenreichen Herbst folgte, während in höheren Lagen das charakteristische Zweigsterben als ein Spätfrostschaden während des Austriebes im Mai 2010 interpretiert wird. Von den biotischen Schadensfaktoren sind verschiedene Läuse am häufigsten. Die Lärchennadelmotte (*Coleophora laricella*) ist in manchen Gebieten alleine für großflächige Vergilbungen verantwortlich. Zumindest lokal sind die Lärchenknospen-Gallmücke (*Dasyneura laricis*) sowie der Lärchengallenwickler (*Cydia zebeana*) bedeutend. Unter den Nadelschütte-Erregern ist *Mycosphaerella laricina* eine häufige Folge des Lausbefalles. Eine mögliche Beziehung zwischen dem in vielen Gebieten schon jahrelangen Lausbefall und der Disposition gegenüber Frost wird diskutiert.

Schlüsselworte: Lärche, Kronenverlichtung, Zweigsterben, Winterfrost, Spätfrost

Abbildung 1: Kronenverlichtungen und frühzeitige Nadelverbraunungen von Lärchen in einem Fichten-Lärchen-Bestand in Niederösterreich (Nasswald; 1000 m Seehöhe)

Figure 1: Stands of European Larch, mixed with Spruce, showing crown thinning and browning of needles in Lower Austria (Nasswald; 1000 m altitude)

Seit Juni 2010 werden dem Institut für Waldschutz des Waldforschungszentrums BFW vermehrt Kronenverlichtungen und Nadelvergilbungen aus nahezu allen Landesteilen der Steiermark, weiters aus Salzburg, Oberösterreich und Niederösterreich sowie aus Kärnten gemeldet (Abbildung 1). Den Berichten der Forstbehörden und Waldbesitzer zufolge treten die Symptome besonders stark im Mürztal, im gesamten Murtal, im Raum Weiz, in den Seckauer Alpen, den nördlichen Kalkalpen, sowie im Wald- und Mühlviertel auf. In einigen Gebieten zeigten bereits im Juni ganze Berghänge braune Lärchenkronen, auch Jungwüchse waren davon betroffen (Abbildung 2), im August sind lokal jüngere Lärchen abgestorben.

Bei oberflächlicher Betrachtung unterscheidet sich das Krankheitsbild kaum von den fast jedes Jahr regional oder in manchen Jahren großflächig auftretenden Nadelschütten (Kessler et al. 2009). Im Zuge zahlreicher Untersuchungen von Zweigproben zeigte sich jedoch, dass dem Hauptschadbild, braun verfärbte Lärchenkronen, verschiedene Ursachen zuordenbar sind.

Spätfrostschäden

Spätfröste während des Austriebs führen bei Lärchen zu Schäden, die aufgrund ihrer Lokalisierung auf den Zweigen recht charakteristisch sind (Münch 1936, Jahn und Donaubauer 1959, Donaubauer 1992, Cech 1996, Perny et al. 2006). Die primären Symptome sind

Abbildung 2: Lärchen mit Kronenverlichtung und frühzeitiger Nadelverbraunung: Naturverjüngung in der Steiermark (Allerheiligen im Mürztal) und Kultur in Niederösterreich (Dunkelsteinerwald)

Figure 2: European Larch showing browning of needles and crown thinning: natural reforestation in Styria (Allerheiligen im Mürztal) and culture in Lower Austria (Dunkelsteinerwald)

Schädigungen der Rinde unterhalb der Kurztriebe, wo sich punktförmige, rötlichbraune Rindennekrosen entwickeln: deshalb an diesen Stellen, weil dort im Frühjahr zuerst die Kambiumaktivität einsetzt (Day und Peace 1934). Die Folge der Schädigung sind das Verharzen und das Absterben der Kurztriebe sowie junger Nadeln. Je nachdem, wie massiv der Frost einwirkt, sind anfangs mehr oder weniger die Kurztrieb-Basen betroffen. Sind viele Kurztriebe abgestorben, so „fließen" die Punktnekrosen zu flächigen Nekrosen zusammen: Ganze Zweigteile sterben ab. Langtriebe und Seitenzweige werden abgeschnürt, wobei hier oft Mikropilze (vor allem *Cytospora* sp.) beteiligt sind. Auch wird meist die Bildung von Wundkallus induziert – das Resultat sind kleine Anschwellungen an den Zweigen (Münch 1936, Cech 1996).

Spätfrostschäden treten bei Lärchen dann auf, wenn die Lufttemperaturen zur Austriebszeit unter 0 °C fallen und in den vorangegangenen Wochen überdurchschnittlich hoch waren.

Aufgrund des Witterungsverlaufes im April 2010 ist an vielen montanen Lärchenstandorten Spätfrost als Ursache für die Schäden plausibel. Die Lufttemperatur wich laut Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG 2010a) in den ersten beiden Dritteln des Aprils nicht besonders vom langjährigen Durchschnitt ab. Gegen Ende des Monats stieg die Temperatur dann für eine Woche auf frühsommerliche Werte und fiel während der ersten Maihälfte auf den langjährigen Durchschnitt zurück. Mitte Mai kam es dann zu einem Temperatursturz mit Minimalwerten zwischen dem 10. und 20. Mai. Gegen Ende des Monats wurden wieder sommerliche Temperaturwerte erreicht. Allerdings wurde die für Spätfrostschäden bei Lärche kritische Temperatur von -4 °C fast nur in Seehöhen über 1000 m erreicht. Im Allgemeinen pendelte die Temperatur in 1000 m um den Gefrierpunkt und lag in niederen Lagen einige Grade darüber. Charakteristische Schadbilder fanden sich vor allem im Lungau (Salzburg) sowie Murtal (Steiermark).

Winterfrostschäden

Eine weitere Ursache für Trieb- und Zweigsterben bei Lärchen ist Winterfrost. Die Schädigung hängt davon ab, ob das Ausreifen der Triebe und damit der Aufbau der Frosthärte infolge der Witterung des vorangegangenen Sommers und Herbstes verzögert worden ist.

Zuletzt war dies 1991 der Fall, als auf einen außergewöhnlich milden Herbst ein massiver Kälteeinbruch im Dezember folgte (Donaubauer 1992). Die Witterung der zweiten Jahreshälfte 2009 zeigte einen ähnlichen Verlauf: Sowohl im August wie im September lagen die mittleren Temperaturen in weiten Regionen Österreichs über dem langjährigen Durchschnitt und auch die Niederschlagssummen erreichten teils weit überdurchschnittliche Werte (ZAMG 2010a). Im Oktober folgte dann eine kurze Periode mit hochsommerlichen Temperaturen und danach ein Temperatursturz: Binnen

weniger Tage wurde fast überall der Gefrierpunkt unterschritten; in Aigen im Ennstal mit -6,4 °C der niedrigste Wert aller Stationen unter 1000 m Seehöhe gemessen (ZAMG 2010a). Auf einen milden und trockenen November folgte Mitte Dezember ein weiterer Kälteeinbruch mit österreichweit unter dem Durchschnitt liegenden Temperaturen.

Schäden, die auf Frostereignisse zu Winterbeginn zurückzuführen sind, manifestieren sich bei der Lärche ebenfalls im Folgejahr zur Zeit des Austriebs als Trieb- und Zweigsterben (Donaubauer 1992). Die Primärschädigung betrifft weniger die Kurztriebe, sondern verursacht an Ästen und dünnen Stämmen charakteristische Frostnekrosen (Frostplatten), vor allem unter den Verzweigungsstellen. Die Folge ist ein diffuses, nicht klar abgrenzbares Absterben (Vertrocknen) der Astteile außerhalb solcher Frostnekrosen. Dieses Schadbild war im Sommer vielerorts zu beobachten: Lärchenkronen mit schütterer bis fast fehlender Benadelung und ein hoher Anteil an blassbraunen Nadeln fanden sich in der Osthälfte Österreichs in zahlreichen Beständen von der kollinen bis zur montanen Höhenstufe.

Folgen des Trockenjahres 2003

Bei einem Vergleich zweier zirka 100-jähriger Lärchen in einem auf rund 800 m Seehöhe gelegenen Fichten-Tannen-Lärchenbestand in der Steiermark (Allerheiligen im Mürztal) konnten Unterschiede in der Vitalität, dem Schädlingskomplex und dem Zuwachs festgestellt werden. Beim stark verlichteten Baum nahm der radiale Dickenzuwachs nach 2003 deutlich stärker ab (Abbildung 3) als bei dem Vergleichsbaum. Ebenso wurden auf diesem Baum weit verbreitete Schäden an den Kurztrieb-Knospen durch die Lärchenknospen-Gallmücke (*Dasyneura laricis*) und an den Astansätzen Kambialnekrosen (Hinweis auf Frostplatten) festgestellt. Beim deutlich vitaleren Baum, der nur etwa 150 m entfernt stand, waren diese Schadenssymptome kaum vorhanden.

Abbildung 3: Zuwachsrückgang nach dem Trockenjahr 2003
Figure 3: Increment loss after the drought year 2003

Abplatzen von Rindenschuppen

Abfallende Rindenschuppen (Abbildung 4) können verschiedene Ursachen haben. Meist wird dieses Symptom durch Spechte verursacht, die bei der Suche nach Insekten, die in der Borke leben, die Rindenschuppen weghacken. Bei vielen Bäumen klopft der Specht jedoch auch tiefer bis in den Bast, um Borkenkäfer- und Bockkäferlarven (*Ips cembrae* bzw. *Tetropium gabrieli*) zu finden. In einigen Fällen konnten unter den äußeren Rindenschuppen auch zahlreich überwinternde Schildlaus-Breitrüssler (*Brachytarsus nebulosus*) festgestellt werden. Diese räuberisch lebenden Antagonisten der Fichtenquirl-Schildlaus verursachen jedoch keine Schäden an der Lärche.

Abbildung 4: Lärchenstamm mit abgefallenen Rindenschuppen, verursacht durch Spechte, auf der Suche nach Borken- und Bockkäfern
Figure 4: Larch stem with dropped off bark scale, caused by woodpecker searching for bark- and longhorn beetle attack

Zusammenhang mit Klimaänderung?

Ob ein Zusammenhang zwischen dem zunehmenden Auftreten von Blattläusen und dem zum Klimawandel beitragenden, erhöhten CO_2-Gehalt besteht, wurde in mehrjährigen Freilandexperimenten in der Schweiz untersucht (Bebi et al. 2009). Danach war der Lausbefall von Lärchen, die im Versuch erhöhten CO_2-Dosen ausgesetzt waren, höher als bei den Kontrollbäumen, was auf den erhöhten Zuckergehalt zurückzuführen ist. Darüber hinaus wirkte sich das überdurchschnittliche CO_2-Angebot auch auf das Austriebsverhalten aus: Die Lärchen legten im Vorjahr mehr Reserven an und trieben im Frühjahr eine Woche früher aus (Bebi et al. 2009). Allerdings können diese im Versuch gewonnenen Erkenntnisse derzeit nicht durch einen eindeutig früheren Austrieb der Lärchen im Alpenraum bestätigt werden (ZAMG 2010b).

Schädlingskomplex

Die beiden beschriebenen Schadbilder und deren Ursachen werden durch einen Schädlingskomplex erweitert, bei dem verschiedene Blattlausarten im Vordergrund stehen. Nun wird großflächiges Auftreten von Läusen an Lärchen schon seit mehreren Jahren beobachtet (Perny 2004, Perny und Tomiczek 2006, Tomiczek et al. 2007, Kessler et al. 2009). Dass jahrelanger Befall von Lärchen durch Läuse und Pilzkrankheiten zum Dispositionsfaktor gegenüber Frostschäden werden kann, ist bekannt (Donaubauer 1992, Krehan und Cech 2004).

Die Lärchenknospen-Gallmücke verursachte teilweise beinahe vollständigen Ausfall von Knospen (Steiermark: Murtal und Teichalm; Niederösterreich). Untersuchungen an den Knospen der geschädigten Lärchen in Allerheiligen im Mürztal ergaben weniger als zehn Prozent gesunde Knospen. Etwa 70 Prozent wurden durch die Lärchenknospen-Gallmücke geschädigt (Abbildung 5). Durch die toxininduzierte Knospengalle, in der die Made lebt (Abbildung 6), ist

Abbildung 5: Verharzte Knospengalle: Befall durch die Lärchenknospen-Gallmücke *(Dasyneura laricis)*

Figure 5: Resinous bud gall; infestation with the Larch bud midge *Dasyneura laricis*

Abbildung 6: Larve von *Dasyneura laricis* in einer Lärchenknospe

Figure 6: Larva of *Dasyneura laricis* in a Larch bud

ein normaler Knospenaustrieb nicht möglich: An diesen Stellen befinden sich entweder gar keine Nadeln oder aber ein Kranz rasch braun werdender Nadeln. Teilweise konnte die Ursache für den ausgebliebenen Austrieb nicht mehr festgestellt werden.

Bäume mit derart massiven Knospenschäden haben eine geringe Überlebenschance, da sie nachfolgend wiederholt von anderen Schadorganismen befallen, geschwächt und zuletzt von Borken- oder Bockkäfern besiedelt werden.

Lokal trat auch die Lärchennadel-Miniermotte (*Coleophora laricella*) massiv auf, zum Beispiel im Lungau. Weiters wurden lokale Auftreten des Lärchengallenwicklers (*Cydia zebeana*) festgestellt, der ebenfalls mit Zweigsterben assoziiert ist. Auch die Lärchentriebmotte (*Argyresthia laevigatella*) ist gelegentlich für absterbende Jungtriebe verantwortlich. Von den angeführten biotischen Faktoren tritt die Lärchennadel-Miniermotte gelegentlich auch ohne die erwähnten Frostschäden auf und verursacht großflächige Vergilbungen in Lärchenbeständen.

Innerhalb der Pilzkrankheiten tritt die Mycosphaerella-Lärchennadelschütte (*Mycosphaerella laricina*) als Folge von Lausbefall auf, hingegen wurde heuer kein Massenauftreten von *Meria laricis* festgestellt und auch *Hypodermella laricina* scheint nicht häufig zu sein. Lärchenkrebs (*Lachnellula willkommii*) ist zwar weit verbreitet und trägt aber nur gelegentlich zum derzeit häufigen Schadbild der Lärche bei (Abbildungen 7 und 8).

Zusammenfassend wird festgehalten, dass die heurigen Kronenverlichtungen der Lärche als eine Folge der komplexen Einwirkung abiotischer und biotischer Schadensfaktoren zu verstehen sind und nicht einer einzelnen Ursache zugeordnet werden können. In montanen bis hochmontanen Lagen dürften Spätfrost-

Abbildung 7: Absterbende Lärchen und Lärchenkrebsbefall in einer dichten Fichten-Lärchen-Kultur

Figure 7: Declining European Larch and Larch canker in a dense spruce-larch reforestation

Abbildung 8: Lärchenkrebs *(Lachnellula willkommii)* am Stamm einer zehnjährigen Lärche

Figure 8: Larch canker *(Lachnellula willkommii)* on the stem of a ten-year-old Larch

schäden, in den Tief- und Tallagen die ersten Frosteinbrüche im Winter 2009/2010 entscheidende Auslöser gewesen sein. Für die kommende Vegetationsperiode sind Untersuchungen geplant, die das Zusammenwirken verschiedener Schadensursachen, regionale Unterschiede und die Bedeutung des Trockenjahres 2003 beleuchten sollen.

Literatur

Bebi, P., Hagedorn, F., Rixen, C., Senn, J., Wasem, U. 2009: Forschung am Stillberg vor 25 Jahren und heute. WSL, Inf.bl. Wald 25: 5-7.

Cech, T. 1996: Lärchenzweigsterben in den Österreichischen Alpen. Forstschutz Aktuell, Wien, 17/18: 17-18.

Day, W. R., Peace, T. R. 1936: The experimental production and the diagnosis of frost injuries on forest trees. Oxford Forestry Memoirs 16.

Donaubauer, E. 1992: Schwere Schäden an Lärche in Nieder- und Oberösterreich. Forstschutz Aktuell, Wien, 9/10: 1-4.

Jahn, E., Donaubauer, E. 1959: Über ein Lärchen- und Fichtensterben in Österreich. Anz. f. Schädlingskunde 32(8): 81-87.

Kessler, M., Brandstetter, M., Hintsteiner, W. J. 2009: Lärchenschäden durch die Mycosphaerella-Lärchennadelschütte (*Mycosphaerella laricina*) in der Steiermark. Forstschutz Aktuell, Wien, 47: 9-10.

Krehan, H., Cech, T. L. 2004: Lärchenschäden in der Obersteiermark - Ein Fallbeispiel für komplexe Einwirkungen von Schadursachen. Forstschutz Aktuell, Wien, 32: 4-8.

Münch, E. 1936: Das Lärchensterben, 3. Ursachen des Lärchensterbens. Forstwissensch. Centralbl. 58(16): 537-562.

Perny, B. 2004: Schädlinge an Lärchennadeln. Forstschutz Aktuell, Wien, 32: 14-19.

Perny, B., Krehan, H., Cech, T. L. 2006: Aktuelle Forstschutzprobleme im Frühjahr 2006. Forstschutz Aktuell, Wien, 36: 2-5.

Perny, B., Tomiczek, Ch. 2006: Überblick über die Forstschutzsituation 2005 in Österreich. Forstschutz Aktuell, Wien, 35: 3-5.

Tomiczek, Ch., Cech, Th. L., Fürst, A., Hoyer-Tomiczek, U., Krehan, H., Perny, B., Steyrer, G. 2007: Überblick über die Forstschutzsituation 2006 in Österreich. Forstschutz Aktuell, Wien, 39: 3-7.

ZAMG 2010a: Monats-/Jahresübersicht, Wetterrückblick. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), http://www.zamg.ac.at/klima/klima_monat/wetterrueckblick/

ZAMG 2010b: Phänologie, Europ. Lärche - Blattentfaltung. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), http://zacost.zamg.ac.at/phaeno_portal/no_cache/auswertungen/diagramme/diagramm.html?stat_id=mittel&element_id=12.

Thomas L. Cech, Hannes Krehan, Bernhard Perny und Gottfried Steyrer, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Institut für Waldschutz, Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien, Tel.: +43-1-87838 1147, E-Mail: thomas.cech@bfw.gv.at; hannes.krehan@bfw.gv.at; bernhard.perny@bfw.gv.at; gottfried.steyrer@bfw.gv.at

Aktuelle Pilzkrankheiten an Bäumen in Österreich 2010

THOMAS L. CECH

Abstract

Fungal Diseases in Austrian Trees 2010

Beech canker (*Neonectria ditissima*) is reported from lowland stands of *Fagus sylvatica* in Lower Austria. The epidemic outbreak is regarded as a consequence of water deficiency stress in combination with hail and storm damage. Browning of leaves was a common phenomenon during the humid and cool spring of 2010. Outbreaks of *Apiognomonia errabunda* on European beech, *Monostichella robergei* on hornbeam, *Apiognomonia tiliae* and *Cercospora microsora* on linden are reported from several regions of Austria. Firs (*Abies alba*) infected by the needle disease *Herpotrichia parasitica* were observed in parts of Upper Austria. On Norway spruce trees, *Lirula macrospora* caused local loss of needles. Alpine spruce rust *Chrysomyxa rhododendri* showed intense outbreaks at the timber line. In urban areas, crown thinning associated with the fungus *Stigmina pulvinata* was commonly observed in linden trees. Spruce cone rust (*Thekopsora areolata*) caused local shoot dieback of young Norway spruce trees in the northern part of Lower Austria. Infection of plant stock of Common Alder with *Phytophthora alni* several years after planting was identified as a cause of decline several times.

Keywords: *Neonectria ditissima, Apiognomonia errabunda, Monostichella robergei, Stigmina pulvinata, Herpotrichia parasitica, Chrysomyxa rhododendri, Phytophthora alni*

Kurzfassung

Intensives Auftreten von Buchenkrebs (*Neonectria ditissima*) wurde in Niederösterreich festgestellt. Das Phänomen wird als Kombination zwischen langjährigem Wasserdefizit und wiederholten Sturm- und Hagelereignissen interpretiert. Blattbräunepilze als Folge der kühl-feuchten Frühjahrswitterung traten teilweise großflächig auf: Buchenblattbräune (*Apiognomonia errabunda*), Blattbräune der Hainbuche (*Monostichella robergei*) sowie die beiden Blattkrankheiten der Linde, *Apiognomonia tiliae* und *Cercospora microsora*. *Herpotrichia parasitica* verursachte bei Tannen an zahlreichen Standorten in Oberösterreich Nadelverluste. Lokal war Fichtenschütte durch *Lirula macrospora* auffällig. Im Gebirge trat der Fichtenblasenrost *Chrysomyxa rhododendri* intensiv auf. Im Stadtbereich kam es wieder zum Aufflackern des Lindenzweigsterbens, das mit *Stigmina pulvinata* assoziiert war. Fichtenzapfenrost (*Thekopsora areolata*) wurde im Norden Niederösterreichs als Ursache für Triebsterben bei Jungfichten identifiziert. Mit *Phytophthora alni* verseuchtes Erlenpflanzgut wurde als Ursache für plötzliche Erlenwurzelhalsfäule nachgewiesen.

Schlüsselworte: *Neonectria ditissima, Apiognomonia errabunda, Monostichella robergei, Stigmina pulvinata, Herpotrichia parasitica, Chrysomyxa rhododendri, Phytophthora alni*

Buchenkrebs

Der Buchenkrebs (*Neonectria ditissima*) tritt heuer verstärkt in den südlichen Randlagen des Dunkelsteinerwaldes in Niederösterreich auf. Da alle Altersklassen von der Krankheit erfasst sind, ist davon auszugehen, dass die Ausbreitung schon vor einigen Jahren begonnen hatte. Charakteristisch sind Vergilbungen einzelner Ast- oder Zweigpartien (Abbildung 1). Bei stark befallenen Exemplaren sind große Teile der Krone vergilbt (Abbildung 2). Teilweise sterben auch Astpartien und junge Buchen zur Gänze ab.

Neonectria ditissima löst die Bildung von Krebsen an Zweigen, Ästen oder dünnen Stämmen aus (Abbildung 3).

Abbildung 1: Rotbuchenzweig mit Blattvergilbung als Folge von Krebs durch *Neonectria ditissima*

Figure 1: A twig of European beech showing yellowing of leaves caused by a *Neonectria ditissima*-canker

Abbildung 2: Rotbuche mit massivem Krebsbefall in der ganzen Krone

Figure 2: European beech with symptoms of *Nectria ditissima*-canker in the whole crown

Abbildung 3: Zweigkrebs mit Fruchtkörpern von *Neonectria ditissima*

Figure 3: Twig canker with fruiting bodies of *Neonectria ditissima*

Im Randbereich der Wucherungen wachsen leuchtend rote, kugelförmige Fruchtkörper, in denen sich geschlechtliche Sporen entwickeln. Die ungeschlechtliche Sporenform (*Cylindrocarpon willkommii*) bildet ebenfalls in diesem Bereich weiße Auswüchse. Durch die Beeinträchtigung des Saftflusses führen die Wucherungen zu den beschriebenen Vergilbungen der außerhalb liegenden Zweigpartien sowie zu deren Absterben.

Neonectria ditissima ist primär ein Wundparasit, der durch Verletzungen vielfältiger Natur, vermutlich aber über Blattnarben in das Zweiggewebe eindringt. Häufig sind es Hagelschlagwunden, Einbohrlöcher von Käfern oder Verletzungen durch Stürme, die zur raschen Vermehrung des Buchenkrebses führen. Die an den Wucherungen entstehenden Sporen infizieren zunächst benachbarte Äste. Je nach Häufigkeit von Eintrittspforten wird danach die ganze Krone durchseucht. Im Laufe der Zeit wird sie zu einem Infektionszentrum, von dem aus Buchen auf einer Fläche von mehreren 1000 m² infiziert werden können (Metzler 2002). Umfassenden Studien in Deutschland zufolge hat die Krankheit in trockeneren Regionen im Tiefland deutlich mehr Bedeutung als in höheren und niederschlagsreicheren Lagen (Metzler 2002). Aus der Tatsache, dass der Buchenkrebs von Altbäumen ausgehend Jungbestände verseucht, ergeben sich folgende Maßnahmenrichtlinien (Metzler 2002): Bei einer Befallsintensität über zehn Prozent wird empfohlen, erkrankte Vorwüchse sowie einzelne, stark erkrankte Jungbäume zu entfernen. Sind mehr als 25 % der Altbuchen verkrebst, so sind stärkere Eingriffe in den Altbestand notwendig. Darüber hinaus sollten vermehrt andere Baumarten eingebracht oder deren Aufkommen begünstigt werden.

Buchenkrebs ist in Österreich seit langer Zeit weit verbreitet. Intensiver Befall ist hingegen in den vergangenen Jahrzehnten nicht festgestellt worden. Die betroffenen Bestände im Dunkelsteinerwald sind für die Buche bezüglich des Wasserhaushaltes Grenzstandorte. Das Trockenjahr 2003 sowie die Sturm- und Hagelereignisse der vergangenen Jahre haben sichtlich die Ausbreitung des Buchenkrebses begünstigt, so dass abhängig von weiteren abiotischen und biotischen Schadfaktoren in den kommenden Jahren mit einem Rückgang der Buche im Gebiet zu rechnen ist.

Blattbräunepilze

Der heurige Mai war für große Teile Österreichs überdurchschnittlich niederschlagsreich: Meist wurden um 200 Prozent des langjährigen Mittelwertes erreicht, im Norden Niederösterreichs sogar über 325 Prozent. Lang anhaltende Niederschläge bei kühlen Temperaturen führen im Frühling obligat zur Ausbreitung von Blattkrankheiten an vielen Baumarten. Daher ist es nicht weiter verwunderlich, dass Blattbräune bei verschiedenen Laubbaumarten heuer ein weit verbreitetes Krankheitssymptom war.

Besonders auffällige, bestandesweite Verbraunungen wurden an Buchen in der Steiermark im mittleren Murtal, in Niederösterreich im Gebiet der östlichen Kalkalpen sowie in Oberösterreich im Raum Schärding beobachtet (*Apiognomonia errabunda*, Abbildung 4). Im Murgebiet waren auch die Hainbuchen von einer Blattkrankheit befallen, die normalerweise erst gegen Ende

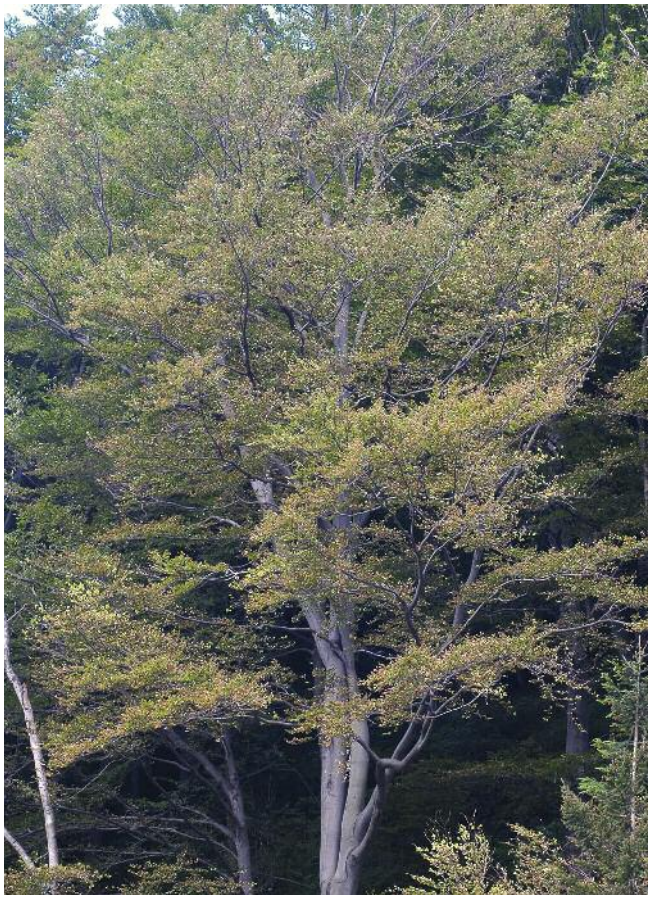

Abbildung 4: Rotbuche mit massiver Blattbräune durch *Apiognomonia errabunda*

Figure 4: European beech showing intense infection by *Apiognomonia errabunda*

Abbildung 5: Fichte mit Befall durch *Chrysomyxa rhododendri*

Figure 5: Norway spruce, heavily infested by *Chrysomyxa rhododendri*

der Vegetationszeit in Erscheinung tritt und den herbstlichen Blattfall mehr begleitet als auslöst – *Monostichella robergei*. Dass ein verregnetes Frühjahr eine Massenentwicklung dieser an sich harmlosen Krankheit auslösen kann, wurde schon vor Jahren in der Schweiz beobachtet (Engesser 2001). Bei der Linde waren sowohl die Apiognomonia-Blattkrankheit (*Apiognomonia tiliae*), die große Flecken an Lindenblättern hervorruft, als auch die Cercospora-Blattfleckenkrankheit (*Cercospora microsora*) weit verbreitet.

Nadelkrankheiten

Im zeitigen Frühjahr wurden Proben von *Abies alba* aus Oberösterreich mit Nadelverbraunungen am Institut für Waldschutz des BFW untersucht. Mit der Diagnose: Befall durch die Tannennadelbräune (*Herpotrichia parasitica*). Laut Meldungen der Oberösterreichischen Landesregierung war die Krankheit im westlichen Oberösterreich weit verbreitet.

Der Fichtennadelritzenschorf (*Lirula macrospora*) war im Frühjahr im Waldviertel, Wienerwald sowie Dunkelsteinerwald (Niederösterreich) auffällig. Ein Befall des kompletten vorjährigen Nadeljahrganges war nicht selten zu beobachten. Die an sich allgegenwärtige Krankheit kann sich bei hoher Luftfeuchtigkeit an der Europäischen Fichte, aber auch an der Blaufichte stark ausbreiten.

Auch heuer zeigten die Fichten in Hochlagen vielerorts wieder Befall durch den Fichtennadelrost *Chrysomyxa rhododendri* (Abbildung 5). Infolge des schneereichen Winters war es beim Almrausch (Überwinterungswirt) kaum zu Frostschäden gekommen und das Infektionspotenzial war entsprechend hoch.

Zweigsterben der Linde

Im Jahr 2006 berichteten wir über das plötzliche Auftreten von massiven Kronenverlichtungen an Linden, das mit Massenvermehrungen des Mikropilzes *Stigmina pulvinata* assoziiert war (Cech und Brandstetter 2006).

2007 und 2008 wurden wieder einige Fälle beobachtet (Cech 2008, Tomiczek et al. 2009). Heuer meldete die Gemeinde Rankweil, Vorarlberg, neuerdings massive Kronenverlichtungen bei Linden in der gesamten Region. Die Untersuchung absterbender Zweige ergab wieder ausschließlich *Stigmina pulvinata* als Verursacher. Weitere Meldungen langten aus Tirol (Inntal), der Steiermark (Raum Mürzzuschlag) sowie Niederösterreich (Wiener Neustadt) ein. Auch in diesen Fällen

war *Stigmina pulvinata* am Absterben beteiligt. 2006 wurde das damals völlig neue Krankheitsbild als Folge der Trockenheit des Jahres 2003 vermutet. Diese Erklärungsvariante ist derzeit nach mehreren eher niederschlagsreichen Jahren unwahrscheinlich. Hier besteht noch Forschungsbedarf.

Fichtenzapfenrost – Triebsterben bei Jungfichten

Der Fichtenzapfenrost *Thekopsora areolata* befällt außer den Blättern der Traubenkirsche normalerweise nur Zapfen der Fichte, kann aber bei starkem Infektionsdruck auch auf Leit- und Seitentriebe von jungen Fichten übergehen. Nachdem in den vergangenen zwei Jahren massive Infektionen von Traubenkirschen-Blättern zu beobachten waren, ist die heurige Zunahme des Triebsterbens bei Fichten leicht erklärbar.

Phytophthora-Wurzelhalsfäule der Erle

Die Wurzelhalsfäule der Erle, verursacht durch *Phytophthora alni*, hat in den vergangenen Jahren bei der Schwarzerle an Bedeutung verloren. Dennoch kommt es gelegentlich zum Aufflackern der Krankheit, wenn mit verseuchtem Pflanzgut aufgeforstet wird. Immer wieder kommt es zu Fällen, bei denen junge Schwarzerlen von der Wurzel her mit der aggressiven Unterart *Phytophthora alni alni* infiziert worden sind.

Die einfachste Lösung, um das Phytophthora-Erlensterben zu vermeiden, ist die Anzucht von Erlensämlingen in Beeten, die nicht mit Wasser aus Teichen, Bächen oder Flüssen versorgt werden. Die Bewässerung sollte ausschließlich mit Brunnen- oder Leitungswasser erfolgen und die Sämlinge sollten nicht vermischt mit Erlenpflanzgut zweifelhafter Herkunft gezogen werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Produktion von Containerpflanzen in kontrolliert *Phytophthora*-freiem Substrat, wobei auch hier auf die richtige Bewässerung zu achten ist.

Der Waldbesitzer sollte Erlen, die von der Wurzel her befallen sind, roden und mit anderen Baumarten aufforsten. Da die Erlen-*Phytophthora* wirtsspezifisch an der Gattung *Alnus* vorkommt, besteht für andere Baumarten keine Gefahr. Bei Neuaufforstungen mit Erle sollte zertifiziertes *Phytophthora*-freies Pflanzgut verwendet werden.

Literatur

Cech, T. 2006: Monostichella-Blattbräune der Hainbuche - *Monostichella robergei*. SDIS – Schadensdiagnose- und Informationssystem, BFW. http://web.bfw.ac.at/ws/sdis.schadenstyp_w?schadenstyp_id_in=103.

Cech, T. L., Brandstetter, M. 2006: *Stigmina pulvinata* - assoziiert mit Zweigsterben und Kronenverlichtung von Linden (*Tilia* sp.) in Österreich. Forstschutz Aktuell, Wien, (36): 6-7.

Cech, T. L. 2008: Phytopathologische Notizen 2008. Forstschutz Aktuell, Wien, (43): 21-23.

Engesser, R. 2001: Blattbräune der Hagebuche (*Monostichella robergei*). http://www.wsl.ch/forest/wus/pbmd/hagebuche/monostichella.htm. 10.07.2001.

Metzler, B. 2002: Buchenkrebs - Ausbreitung im Nahbereich von infizierten Altbäumen. Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung, Bd 18: 208-215.

Tomiczek, Ch., Cech, T. L., Fürst, A., Hoyer-Tomiczek, U., Krehan, H., Perny, B., Steyrer, G. 2007: Forstschutzsituation 2008 in Österreich. Forstschutz Aktuell, Wien, (46): 3-8.

Thomas L. Cech, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Institut für Waldschutz, Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien, Tel.: +43-1-87838 1147, E-Mail: thomas.cech@bfw.gv.at

BFW-Praxistag 2011

Österreichische Waldinventur 2007/09

- Bundesergebnisse
- Länderergebnisse
- Interpretation der Ergebnisse
- Trends und Entwicklungen

Anlässlich des BFW-Praxistages 2011 werden zu drei Terminen die aktuellen Bundes- und Länderergebnisse der Österreichischen Waldinventur der Erhebungsperiode 2007 - 2009 vorgestellt.

Termine:

- 20. Jänner 2011
  Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach **www.fastossiach.at**
- 27. Jänner 2011
  Forstliche Ausbildungsstätte Ort bei Gmunden **www.fastort.at**
- 1. Februar 2011
  BFW, Mariabrunn, 1140 Wien **http://bfw.ac.at**

Kältehärte und Überwinterung des Buchdruckers

Axel Schopf und Peter Kritsch

Abstract

Frost Resistance and Overwintering of *Ips typographus*

In field and laboratory experiments we investigated the winter mortality of larvae, pupae, and adults of the European Spruce bark beetle, *Ips typographus*. Overwintering of adult beetles is ensured by an increase in frost resistance, which was indicated by their individual supercooling point (SCP). On the contrary, temperatures above the SCP caused chilling injuries and inoculative freezing in larval and pupal stages. As a consequence, total mortality in these preimaginal stages already occurred at minor frost conditions, while the loss due to winter mortality in hibernating beetles was 50 % on average. Possible causes for the incidence of winter mortality in the various stages of *Ips typographus* are discussed.

Keywords: *Ips typographus,* overwintering, supercooling point, inoculative freezing, chilling injury

Kurzfassung

Anhand von Freiland- und Laborexperimenten wurde die Wintermortalität des Buchdruckers, *Ips typographus*, im Larven-, Puppen- und Käferstadium untersucht. Die Überwinterung im Käferstadium ist durch eine Erhöhung der Frostresistenz gewährleistet, die durch den individuellen Unterkühlungspunkt (Supercooling point = SCP) angezeigt wird. Hingegen treten im Larven- und Puppenstadium letale Temperaturen durch Unterkühlungsschäden oder Kontaktgefrieren bereits deutlich oberhalb ihrer physiologisch bedingten Kältehärte auf. Somit können die Jugendstadien des Buchdruckers in unseren Breiten auch bei milden Frostbedingungen im Freiland nicht überleben. Die durchschnittliche Wintermortalität im Käferstadium betrug unter Freilandbedingungen zirka 50 %. Über mögliche Ursachen der Wintermortalität der verschiedenen Buchdrucker-Stadien wird diskutiert.

Schlüsselworte: *Ips typographus,* Überwinterung, Unterkühlungspunkt, Kontaktgefrieren, Unterkühlungsschäden

Obwohl der Buchdrucker zu den bedeutendsten Forstschädlingen Mittel- und Nordeuropas zählt, bestehen nach wie vor erstaunliche Wissenslücken bezüglich seiner Biologie, wie zum Beispiel hinsichtlich seiner Überwinterung. So ist nicht restlos bekannt, welche Entwicklungsstadien den Winter in Mitteleuropa überdauern können.

Wir wissen, dass die Entwicklung des Buchdruckers trotz seiner weitgehend minierenden Lebensweise von der Tageslänge abhängt (Schopf 1985, Schopf 1989). Langtagbedingungen oberhalb einer kritischen Tageslänge von 14,7 Stunden Licht fördern die Reifung der Tiere in unseren Breitengraden: Sie stimulieren die Geschlechtsreifung von Jungkäfern und induzieren deren Schlüpfen aus den Brutsystemen (Dolezal und Sehnal 2007). Kurztagbedingungen unterhalb dieser kritischen Tageslänge hingegen hemmen die Entwicklung der Geschlechtsorgane und das Ausschlüpfen der Käfer. Sie induzieren im Käferstadium ein Ruhestadium (Diapause), das durch eine Reduktion des Stoffwechsels und eine Erhöhung der Frostresistenz (Abbildung 1) mit damit verbundenen physiologischen Umstellungen gekennzeichnet ist.

Neben der Photoperiode spielt für die Entwicklung des Buchdruckers auch die Temperatur eine entscheidende Rolle (Wermelinger 2004). So wurde in Laborexperimenten nachgewiesen, dass eine Dauertemperatur oberhalb von 23 °C die Regulationswirkung der Photoperiode (Kurztagbedingungen) aufhebt und die Tiere sich wie unter Langtagbedingungen weiter entwickeln (Dolezal und Sehnal 2007). Unterhalb der 23°C-Schranke ist hingegen die Photoperiode für die Induktion der Diapause entscheidend.

Noch weitgehend unklar ist, welche Rolle Wechseltemperaturen auf die Wirkung der Photoperiode ausüben. Nach Dolezal und Sehnal (2007) dürften die Nachtbedingungen wichtiger für die Auslösung des Überwinterungsverhaltens als die Tagesbedingungen sein: Tiere, die bei Photoperioden von 14 Stunden Licht und 10 Stunden Dunkelheit (14L : 10D) und einer Wechseltemperatur von 26 °C : 6 °C gehalten wurden, ergaben überwinterungsbereite, nicht schlüpfende Käfer. Kürzere Photoperioden (13L : 11D), aber wärmere Nachttemperaturen (26 °C : 13 °C) führten zu sich weiter entwickelnden Käfern. Allerdings lassen in unseren Breitengraden Tageslängen mit weniger als 7 Stunden Dunkelphase auch bei relativ niedrigen Wechseltemperaturen von 20 °C : 6 °C keine Induktion eines Überwinterungsstadiums zu. Dass es diesbezüglich Unterschiede zwischen mitteleuropäischen und skandinavischen Populationen gibt, ist auch von anderen Insektenarten bekannt.

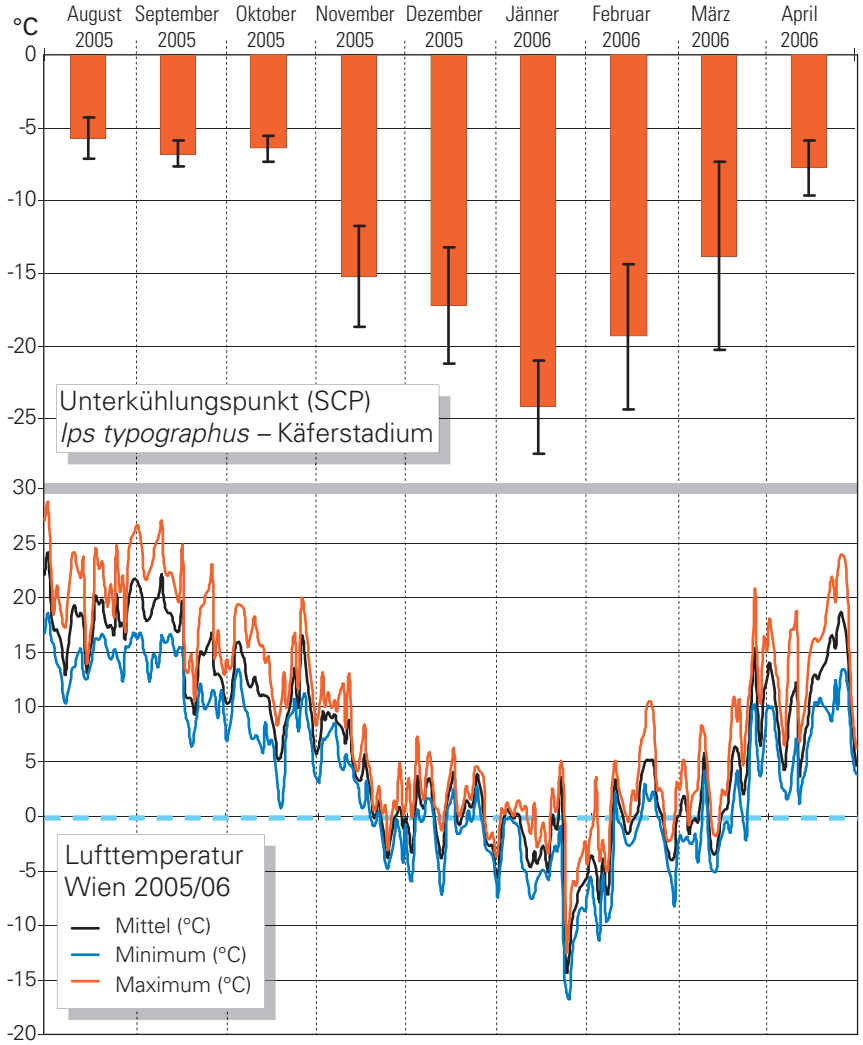

Abbildung 1: Unterkühlungspunkt (SCP) des Buchdruckers im Käferstadium und Lufttemperatur im Institutsgarten während der Winterperiode 2005-2006

Figure 1: Supercooling point (SCP) of adult *Ips typographus* and air temperature in the institute's garden during the winter period 2005-2006

Spätsommerliche Wärmeperiode 2008 und Winter 2008-2009

Ein gutes Beispiel für den modifizierenden Temperatureinfluss auf die Wirkung der Photoperiode brachte der Spätsommer 2008, als im August und frühen September eine Warmwetterphase im Osten Österreichs mit Maximaltemperaturen bis zu 30 °C und minimalen Nachttemperaturen meist oberhalb von 15 °C herrschte (Abbildung 2). Obwohl mit der dritten Augustwoche die kritische Tageslänge für die Auslösung der Überwinterungsentwicklung des Buchdruckers unterschritten war, bewirkten die hohen Temperaturen in den Tieflagen Ostösterreichs ein Ausschlüpfen der Käfer der zweiten Generation aus ihren

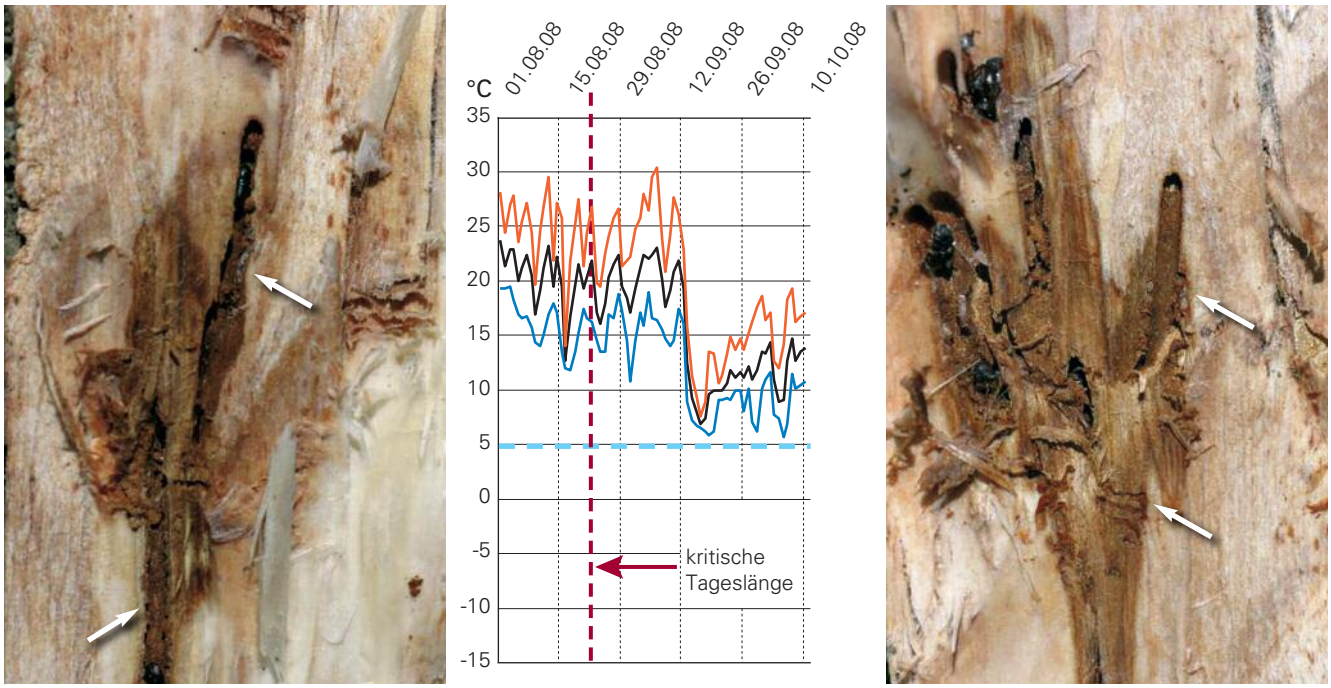

Abbildung 2: Brutanlagen des Buchdruckers (3. Generation) am 13.9.2008 sowie Lufttemperatur in Wien für die Monate August und September 2008; die Pfeile zeigen Ei-Nischen und Larvengänge.

Figure 2: Developmental stage of the brood systems of a 3rd *Ips typographus* generation on September 13, 2008 and air temperature in Vienna from August to September 2008; arrows show egg niches and larval galleries.

Brutbäumen und die Etablierung einer dritten Generation in frisch besiedelten Bäumen (Abbildung 2). Es wurde diese eher seltene Gelegenheit für die Fällung der frisch befallenen Bäume genutzt und die Stammteile von zirka 1,20 m Länge wurden in den Garten des Instituts für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz (BOKU) nach Wien transportiert. Dort öffneten wir jeden folgenden Monat ein Stammstück, notierten den Entwicklungsstand der Bruten im Bast und bestimmten die Mortalitätsrate und die Frostresistenz der vorgefundenen Buchdrucker-Stadien.

Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, war der Winter 2008/09 in Wien sehr mild mit einem Temperaturminimum von -9,4 °C, gemessen am 10.1.2009 im Institutsgarten. Aus den im September abgelegten Eiern konnten sich bis zum Kontrolltermin am 16. Dezember zirka 10 % der Larven in das Puppenstadium entwickeln, ohne höhere Mortalitätsverluste aufzuweisen. Der Unterkühlungspunkt der Larven und Puppen, also jene Temperatur, bei der die Körperflüssigkeit in unterkühlten Versuchstieren spontan gefriert und dabei Kristallisationswärme freigesetzt wird (= Supercooling point; SCP), lag mit -8 °C bzw. -12 °C deutlich über dem bis dahin im Freiland registrierten Temperaturminimum von -3,1 °C (24.11.2008). Die von Ende Dezember bis Anfang Jänner dauernde, einwöchige Frostperiode mit Temperaturen zwischen 0 °C und -8 °C verursachte bei allen Larven und Puppen das Absterben, obwohl auch während dieser Zeit der im Dezember gemessene Unterkühlungspunkt nicht unterschritten wurde. Die in den folgenden, wieder wärmeren Monaten geöffneten Stämme bestätigten das Ergebnis. Die Mortalitätsrate der in den Brutsystemen vorhandenen Parentalkäfer stieg ebenfalls während der Wintermonate auf einen Wert von 50 bis 60 % an; dies entspricht der durchschnittlichen Mortalität bei überwinternden Käfern im Freiland.

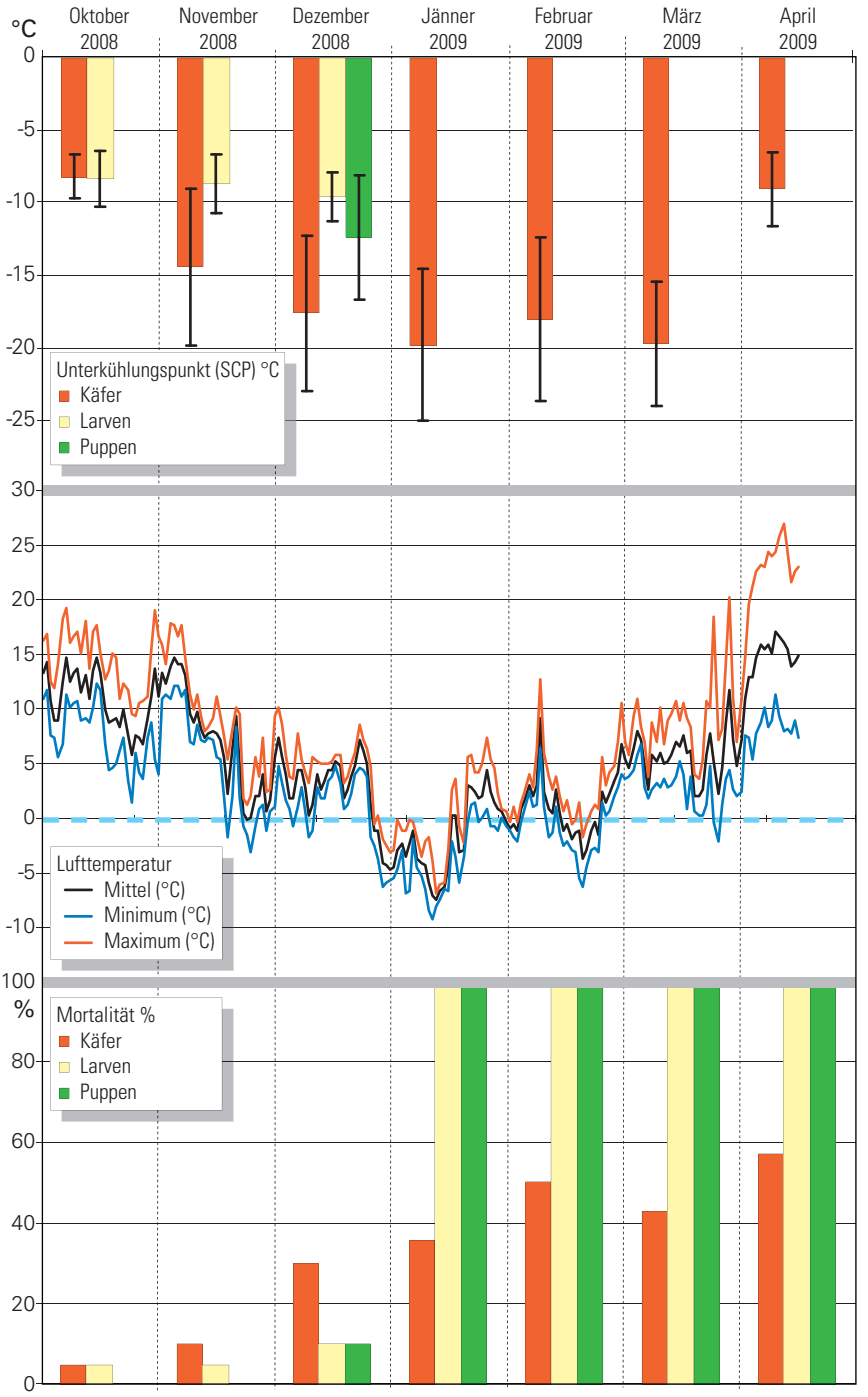

Abbildung 3: Unterkühlungspunkt (SCP) von im Labor angesetzten und Ende September in den Institutsgarten exponierten Bruten des Buchdruckers, Lufttemperatur im Institutsgarten und Mortalität während der Winterperiode 2008-2009

Figure 3: Supercooling point (SCP) of *Ips typographus* from laboratory infested logs which were exposed in the institute's garden end of September, air temperature in the institute's garden (Temp.) and mortality (Mort.) during the winter period 2008-2009

Winter 2009-2010

Das Überwinterungsexperiment wurde im Folgejahr mit frisch geschlüpften Käfern aus der Laborzucht wiederholt, die Ende September an Stämmen angesetzt und dann im Institutsgarten unter Freilandbedingungen exponiert wurden. Der Entwicklungsstand der Bruten, die Mortalitätsrate und die Frostresistenz der Buchdrucker-Stadien wurden Ende Oktober und November sowie Anfang Jänner wie im Vorjahr überprüft (Abbildung 4).

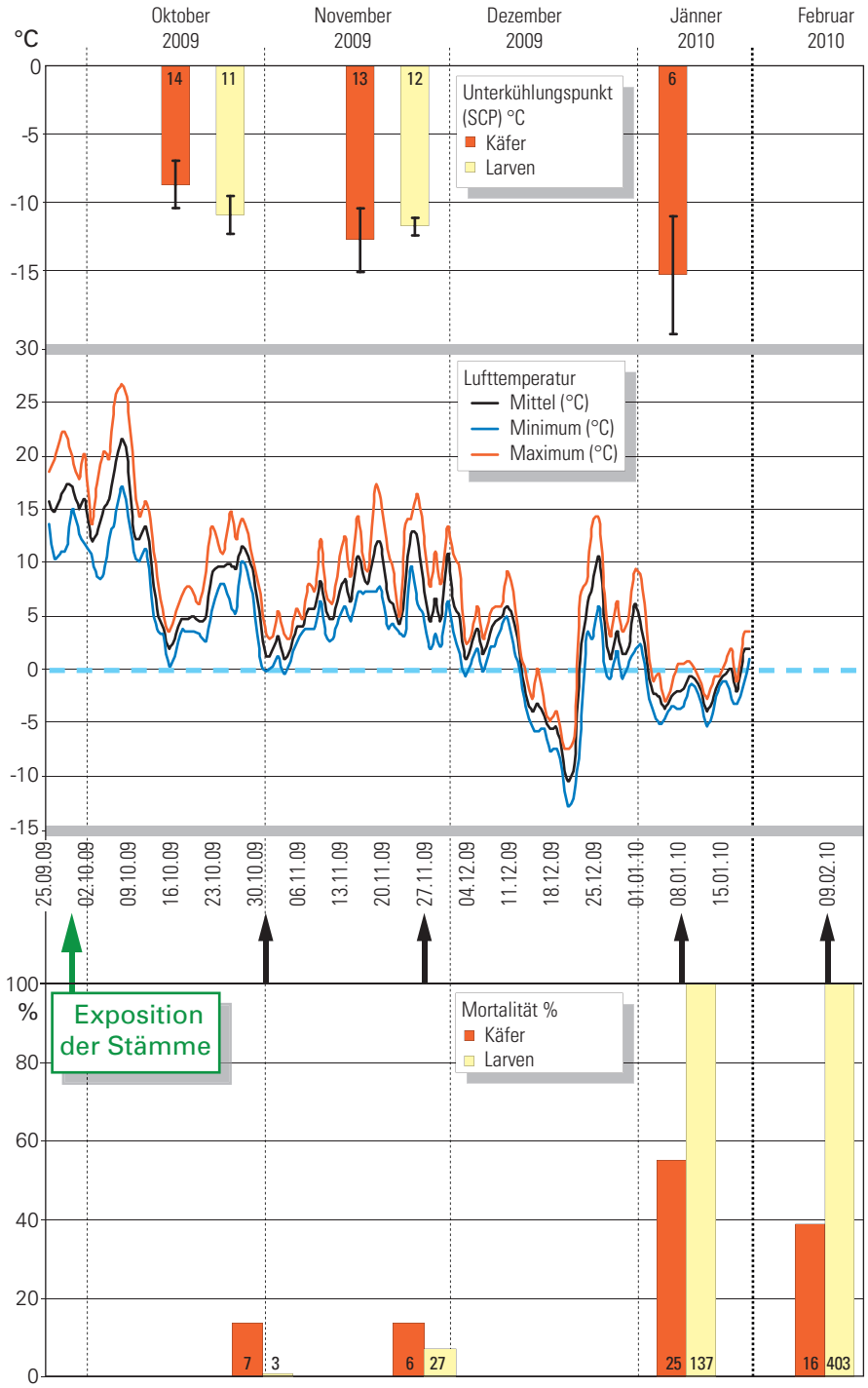

Abbildung 4: Unterkühlungspunkt (SCP) des Buchdruckers, Lufttemperatur im Institutsgarten und Mortalität während der frühen Winterperiode 2009-2010; die schwarzen Pfeile zeigen die Kontrolltermine; Anzahl untersuchter Individuen in Säulen.

Figure 4: Supercooling point (SCP) of *Ips typographus*, air temperature in the institute's garden (Temp.) and mortality during the early winter period 2009-2010; black arrows show control dates, number of investigated individuals in the columns.

Bis zum 12.12.2009 traten in diesem Herbst keine Frosttage auf. Warme Tage im September (das Monatsmittel in Wien lag bis zu 2,5 °C über dem langjährigen Durchschnitt) sowie Trockenheit (nur 37 % des langjährigen Mittels) förderten die Brutentwicklung zu Beginn. Durch einen Temperatursturz Mitte Oktober (innerhalb einer Woche von einer Tagesmitteltemperatur von 22 °C auf 3 °C) verlangsamte sich diese, so dass es bis Anfang Jänner zu keiner Puppenentwicklung kam. Ende November hatten sich die Larven und Käfer schon deutlich an die kühleren Temperaturen angepasst und wiesen Unterkühlungspunkte von -11,8 °C bzw. -12,8 °C auf. Nach der zehntägigen Frostperiode ab Mitte Dezember mit einem Temperaturminimum von -12,8 °C (am 20.12. im Institutsgarten) waren bei der nächsten Kontrolle am 7.1.2010 wiederum alle Larven (n=137) und 55 % der Parentalkäfer (n=43) abgestorben. Letztere waren zum großen Teil (76 %) verpilzt. Beim Kontrolltermin am 9.2.2010 bestätigte sich das Ergebnis: Alle 453 im Brutstamm vorhandenen Larven waren tot, während 60 % der darin befindlichen Parentalkäfer (n=40) die vorausgegangene Kälteperiode überlebten und diese einen Unterkühlungspunkt (SCP) von durchschnittlich -15,4 °C aufwiesen (Abbildung 4).

Kontaktgefrieren und Unterkühlungsschäden

Aus den Ergebnissen der Überwinterungsexperimente stellt sich die Frage, was letztendlich zum Absterben der Larven- und Puppenstadien geführt hatte, wenn deren SCP nicht (2008/09) oder kaum unterschritten wurde. Prinzipiell können dafür zwei Effekte verantwortlich sein:

1. ein so genanntes **Kontaktgefrieren** (inoculative freezing) durch externe Eisbildung: Eis dringt in den Insektenkörper über Öffnungen im Außenskelett (Poren, Atemöffnungen, Mund, Genitalien, etc.) ein, die Körperflüssigkeit gefriert und letztlich stirbt das Tier;
2. ein **Unterkühlungsschaden** (chilling injury), der aus der Wechselwirkung von Zeit und Frosttemperatur entsteht. Je länger ein Tier unter Frosttemperaturen verbleibt, desto größer ist sein Risiko zu erfrieren.

Beide Möglichkeiten wurden im Labor getestet, zunächst das Kontaktgefrieren: Käfer, Larven und Puppen des Buchdruckers wurden mit ein wenig Vaseline an ein Thermoelement befestigt und in einem Pipettenröhrchen an ein angefeuchtetes Stück eines Schwammtuches (60 % Wassergehalt) gedrückt. Diese Anordnung wurde dann heruntergekühlt, bis der SCP unterschritten wurde.

Die Ergebnisse waren nicht eindeutig: Die im Februar und März 2006 gemessenen Käfer wiesen unter trockenen Bedingungen eine signifikant niedrigeren SCP auf als unter feuchten. Dieser Unterschied war jedoch bei den Käfern im April 2006, die keine Frosthärte mehr zeigten, sowie bei den Larven und Käfern vom Oktober und November 2009 nicht mehr signifikant, sondern nur mehr tendenziell gegeben (Abbildung 5). Zusätzlich war bei den Kontaktgefrier-Messungen der Puppen die Anzahl der Messungen mit einem eindeutigen Temperaturanstieg am Unterkühlungspunkt sehr gering (10 %). Bei der Mehrheit der Puppen flachte die Unterkühlungskurve lediglich leicht unterhalb der 0°C-Schwelle ab, was offensichtlich durch das langsame und gleichmäßige Gefrieren der Tiere ausgelöst wurde.

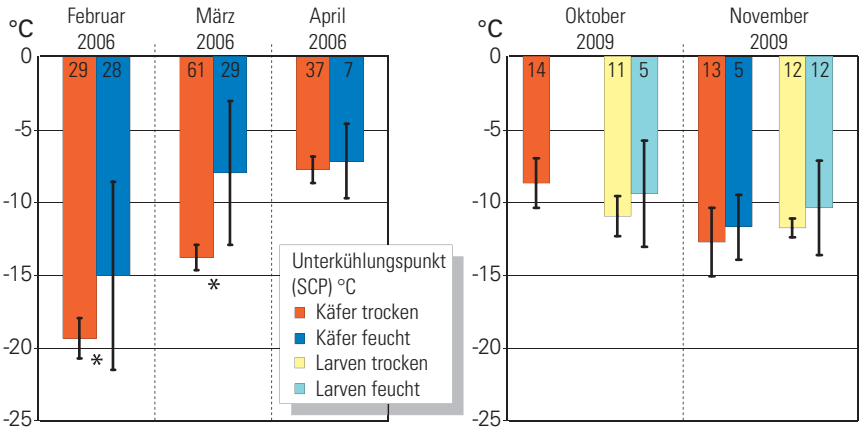

Abbildung 5: Unterkühlungspunkt (SCP) des Buchdruckers unter trockenen und feuchten Bedingungen während der Wintersaison; Anzahl untersuchter Individuen in Säulen.

Figure 5: Supercooling point (SCP) of *Ips typographus* under dry and humid conditions during the winter season; number of investigated individuals in the columns.

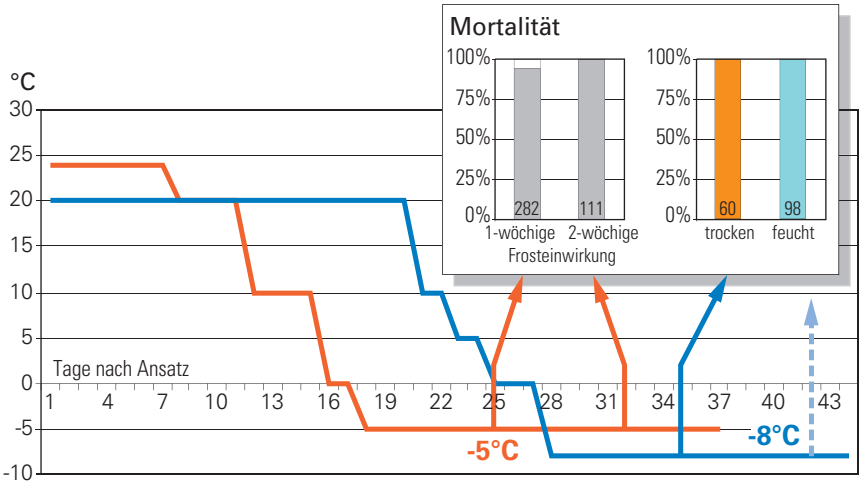

Abbildung 6: Mortalität von Buchdrucker-Larven nach ein- und zweiwöchiger Haltung bei -5 °C bzw. -8 °C; Anzahl untersuchter Individuen in Säulen.

Figure 6: Mortality rate of *Ips typographus* larvae kept under -5 °C and -8 °C respectively for 1 and 2 weeks; number of investigated individuals in the columns.

Um zusätzlich den möglichen Zeiteffekt einer Unterkühlung zu untersuchen, setzten wir Käfer aus der Laborzucht an Fichtenstämme an, die zunächst drei Wochen bei 20 °C gehalten wurden, damit sich die Brut vollständig bis zum Larvenstadium entwickeln konnte. Ein Teil der Stämme wurde trocken, der andere durch tägliches Ansprühen feucht gehalten. Beide wurden schrittweise innerhalb von zehn Tagen auf -8 °C heruntergekühlt. Nach einer Woche bzw. zwei Wochen Exposition bei dieser Frosttemperatur wurden die Stämme entrindet und der Zustand der darin vorhandenen Larven geprüft. Bereits nach einer Woche waren sowohl in den trockenen als auch in den befeuchteten Stämmen alle Larven abgestorben (Abbildung 6).

Die Wiederholung des Experimentes mit einer Temperatur von -5 °C ergab, dass nach einer Woche Frosteinwirkung 94 % (n = 282), nach zwei Wochen 100 % der Larven (n = 111) abgestorben waren (Abbildung 6). Der SCP-Wert der nach einer Woche noch lebenden Larven betrug durchschnittlich aber -10,1 °C. Daraus kann geschlossen werden, dass zur Bestimmung der letalen Temperatur im Larvenstadium nicht der Unterkühlungspunkt (SCP) herangezogen werden darf, da offensichtlich ein längerer Aufenthalt auch bei relativ geringen Frosttemperaturen bereits zu Unterkühlungsverletzungen führt, die das Absterben der Larven bewirken.

Mögliche Ursachen der Wintermortalität

Larven, die einer letalen Temperaturwirkung oberhalb des eigentlichen Unterkühlungspunktes (chilling injury-Effekt) ausgesetzt waren, verfärben sich während des Auftauprozesses im hinteren Körperbereich bräunlich und erliegen letztendlich einer vermutlich durch Bakterien verursachten Sepsis (Abbildung 7). Der nicht entleerte Darm dürfte als Nukleationspunkt für die Eiskristallisation während der Unterkühlung dienen,

Abbildung 7: Abgestorbene Larven des Buchdruckers nach einwöchiger Haltung bei -5 °C

Figure 7: Dead larvae of *Ips typographus* after a one week exposure to -5 °C

wodurch es zu Verletzungen des Darmgewebes und damit zum Übertritt der Darmbakterien in die Leibeshöhle der Larven kommen kann. Genauere Untersuchungen dazu werden derzeit am Institut durchgeführt.

Ein Unterkühlungseffekt wie bei den Larven ist beim vorzeitigen Absterben der Puppen nicht zu vermuten, da der Darm vor der Verpuppung entleert wird. Als wesentliche Ursache für die Mortalität vor dem Unterschreiten des kritischen Unterkühlungspunktes (SCP) ist hier das Kontaktgefrieren anzunehmen. In der Puppenwiege ist das immobile Stadium direkt der Feuchte im Kambialbereich des Stammes ausgesetzt. Beginnt der befallene Stamm zu gefrieren, so ist der direkte Kontakt der externen Eisbildung zu der weichen Puppenkutikula gegeben, was schließlich zum oben beschriebenen Eindringen von Eis in den Insektenkörper führen kann. Ein ähnliches Schicksal dürfte frisch geschlüpften, hellgelben Käfern widerfahren, deren Außenskelett noch nicht gehärtet ist und die daher nicht fähig sind, sich für die Überwinterung in den äußeren, trockeneren Rindenbereich zu bohren.

Mittelbraune bis schwarze Käfer überstehen den Winter in einer bereits Mitte August induzierten Diapause, die mit zunehmender Abkühlung zu einer für unsere Breitengrade ausreichenden Frosthärte von bis zu -30 °C führt. Aber auch in diesem Entwicklungsstadium ist, wie die Ergebnisse der Untersuchungen sowie empirische Daten zeigen, mit einem Verlust von durchschnittlich 50 % der Tiere während der Überwinterung zu rechnen. Neben der Gefahr des Kontaktgefrierens in unzureichend geschützten, feuchten Rindenbereichen kann es auch bei Käfern nach wieder aufgenommener Fraßaktivität während winterlicher Wärmeperioden zu einer Unterkühlungsverletzung durch Eisbildung im Darmbereich kommen, so dass diese trotz hoher Frosthärte vorzeitig absterben. Weiterhin spielen natürlich auch Infektionen durch Pathogene, Parasitierung sowie unzureichende Nahrungsqualität für die Mortalität der Tiere während der lebensungünstigen Jahreszeit eine Rolle.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass ein Überwintern des Buchdruckers in unseren Breiten nur im Käferstadium möglich ist. Dabei kommt es auch in diesem Stadium zu Überwinterungsverlusten von durchschnittlich etwa 50 %. Geraten Larven und Puppen des Buchdruckers durch eine späte Brutanlage in die winterliche Kälteperiode, so unterliegen sie im Stammbereich auch schon bei relativ geringen Minustemperaturen dem Effekt einer Unterkühlungsverletzung und des Kontaktgefrierens. Da aber solche Stämme in der Regel noch die überwinterungsfähigen Elterntiere enthalten, sollten sie noch vor dem Ausschlüpfen der Käfer im Frühjahr entsorgt werden.

Danksagung

Wir danken dem Eigentümer des Forstbetriebes Montecuccoli – Gut Mitterau, DI Felix Montecuccoli, für die kostenlose Bereitstellung von Brutbäumen.

Literatur

Doležal, P., Sehnal, F. 2007: Effects of photoperiod and temperature on the development and diapause of the bark beetle *Ips typographus*. J. Appl. Entomol. 131(3): 165–173.

Schopf, A. 1985: Zum Einfluss der Photoperiode auf die Entwicklung und Kälteresistenz des Buchdruckers, *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae). Anz. Schädlingskde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 58: 73–75.

Schopf, A. 1989: Die Wirkung der Photoperiode auf die Induktion der Imaginaldiapause von *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae). J. Appl. Ent. 107: 275–288.

Wermelinger, B. 2004: Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. For. Ecol. Manag. 202: 67–82.

Axel Schopf und Peter Kritsch, Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz (IFFF), Department für Wald- und Bodenwissenschaften (WABO), Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Hasenauerstraße 38, A-1190 Wien, Tel. +43-1-3686352 29, E-Mail: axel.schopf@boku.ac.at; peter.kritsch@boku.ac.at

Massenauftreten des Buchsbaumzünslers *Diaphania perspectabilis* im Osten Österreichs

Bernhard Perny

Abstract

Mass outbreak of box tree pyralid *Diaphania perspectabilis* in the East of Austria

Further studies revealed the presence of more infested trees. Neem oil products are used to control this insect pest, in addition to less environmental-friendly insecticides specifically authorized for free-feeding caterpillar control. Infested plants shall be disposed of with normal household garbage.

Keywords: box tree pyralid, buxus, distribution, plant protection, Austria

Kurzfassung

Aus der Gemeinde Mödling/Niederösterreich wurde starker Befall durch den Buchsbaumzünsler *Diaphania perspectabilis* gemeldet. Im Zuge weiterer Nachforschungen konnten weitere Befallsherde festgestellt werden. Für die Bekämpfung stehen derzeit nur die umweltfreundlichen Neem-Öl-Produkte und die wenig umweltfreundlichen, gegen frei fressende Schmetterlingsraupen zugelassenen Insektizide zur Verfügung. Befallene Pflanzen sollen möglichst über den Hausmüll entsorgt werden.

Schlüsselworte: Buchsbaumzünsler, Buchs, Verbreitung, Pflanzenschutz, Österreich

Mitte April informierte der Leiter des Wirtschaftshofes von Mödling (südlich von Wien) das Institut für Waldschutz des Waldforschungszentrums BFW über auffällige Schäden an Buchsbäumen in einem privaten Garten. Aufgrund der Symptome lag der Verdacht auf Befall durch den Buchsbaumzünsler *Diaphania perspectabilis* (syn. *Neoglyphodes perspectalis*; syn. *Glyphodes perspectabilis*) nahe. Dieser ursprünglich aus Ostasien (China, Korea, Japan) stammende Schmetterling ist bereits seit 2007 in Deutschland und der Schweiz bekannt und hat sich dort rasch weiter ausgebreitet. 2009 wurde er erstmals in Österreich (Vorarlberg) beobachtet. Im Rahmen des Lokalaugenscheins sowie nachfolgend im Labor konnte in Mödling zweifelsfrei der Buchsbaumzünsler als Schadensursache festgestellt werden.

Ausbreitung

In der Folge wurde in der näheren Umgebung sowie im gesamten, angrenzenden Friedhofsareal von Maria Enzersdorf starker Befall an Buchs festgestellt, weitere Funde im Frühjahr 2010 erstreckten sich auf ausgedehnte Teile der Gemeinden Mödling, Maria Enzersdorf und Brunn am Gebirge. Der „offizielle" Erstfund in Österreich wurde im Herbst 2009 an der Schweizer Grenze in Mattes/Vorarlberg registriert; eine weitere Beobachtung stammte aus Graz (Stadtteil Puntigam). Höchst bedauerlich ist, dass sowohl in Niederösterreich als auch in der Steiermark der Befall jedenfalls Mitte 2009 stattgefunden hat und den Gartenbesitzern auch die Schäden und Schmetterlinge (Raupen, Falter) aufgefallen sind, dann aber diese Informationen verebbt sind. Zumindest jene Gartenbesitzerin, die im Frühjahr 2010 den Befall meldete, hat sowohl Maßnahmen gegen die Raupenplage (Absammeln, Insektizideinsatz) unternommen als auch Rat bei Garten-Fachleuten gesucht. Es wäre durchaus möglich gewesen, den Schädling fast ein Jahr früher festzustellen sowie Maßnahmen zu ergreifen. Und dies wäre wichtig gewesen, zumal der Schädling in Österreich neu ist und zusätzlich auf der Quarantäneschädlingswarnliste der EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) steht. In Vorarlberg bekam der Erstfund zwar entsprechende Aufmerksamkeit, die Landwirtschaftskammer erstellte dazu ein Merkblatt; der Sprung über den Arlberg wurde eher dem Zufall überlassen.

Auch der Umgang mit solchen Pflanzenschutzproblemen in einem Fachbetrieb war bedenklich: Die besorgte und betroffene Gartenbesitzerin hatte vom Zünsler befallene Buchsbaumpflanzen in einem nahe gelegenen Betrieb gefunden und das Personal darüber informiert, dieses unternahm aber keine entsprechenden, verantwortungsbewussten Maßnahmen.

Biologie

Falter

Der erwachsene Schmetterling hat eine Flügelspannweite von zirka 40 mm, bei den 2010 im Labor geschlüpften Faltern betrug sie 26-43 mm mit Schwergewicht bei 40 mm. Bei den wenigen, deutlich kleineren Faltern waren Störungen während der Raupenentwicklung sowie Nahrungsmangel ausschlaggebend.

Die Flügel sind weiß und besitzen einen braunen bis schwarzen Rand (Abbildung 4). Es sind aber auch praktisch schwarze Individuen mit nur zwei weißen Flecken bekannt. Die bisher aus der Zucht geschlüpften Falter besaßen durchwegs weiße Flügel mit hellbraunen bis braunen Rändern.

Nach dem Falterflug erfolgt relativ rasch (innerhalb weniger Tage) die Kopulation und die Weibchen beginnen mit der Eiablage. Die Falter leben nur etwas länger als eine Woche, ihre einzige Aufgabe ist die erneute Eiablage.

Eier

Die weiblichen Falter legen an den Blättern des Buchsbaumes linsenförmige, gelbgrüne Eier in kleinen Gruppen ab (Abbildung 1). Bereits nach wenigen Tagen kann an den Eiern ein schwarzer Punkt (= Kopf des Eiräupchens) beobachtet werden; nach kurzer Zeit (insgesamt nach drei bis fünf Tagen) schlüpfen dann die Jungraupen.

Raupen

Die Raupen fressen zuerst oberflächlich an den Blättern (Schabefraß). Später werden die Blätter vom Rand her komplett gefressen, meist bleibt nur die Mittelrippe stehen. Die Raupen befressen auch die Rinde noch grüner Triebe, dies führt zum Absterben ganzer Zweige. Vor allem bei Nahrungsmangel kann dieser Rindenfraß massiv ausfallen und dadurch die ganze Pflanze absterben (Abbildung 5).

Die Raupen sind oliv- bis dunkelgrün, sie haben am Rücken schwarze und weiße Längsstreifen sowie schwarze Warzen. Die Raupen durchlaufen sechs Larvenstadien (sieben beim Weibchen), dabei können sie bis zu 5 cm lang werden (Abbildung 2). In der Laborzucht wurden Längen von 3-3,5 cm, im Einzelfall bis zu 4 cm registriert. Dies gilt auch für die im Freien gezüchteten Raupen.

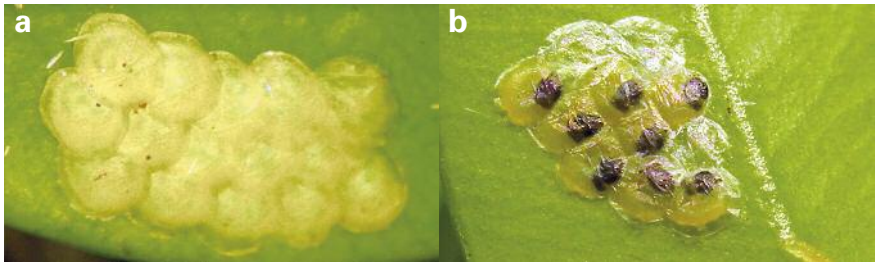

Abbildung 1: a) Eigelege, b) reife Eier und geschlüpfte Eiraupen

Figure 1: a) batch of eggs, b) mature eggs and first instar larvae

Abbildung 2: a) junge Raupe, b) letztes Raupenstadium

Figure 2: a) young larva, b) last instar larva

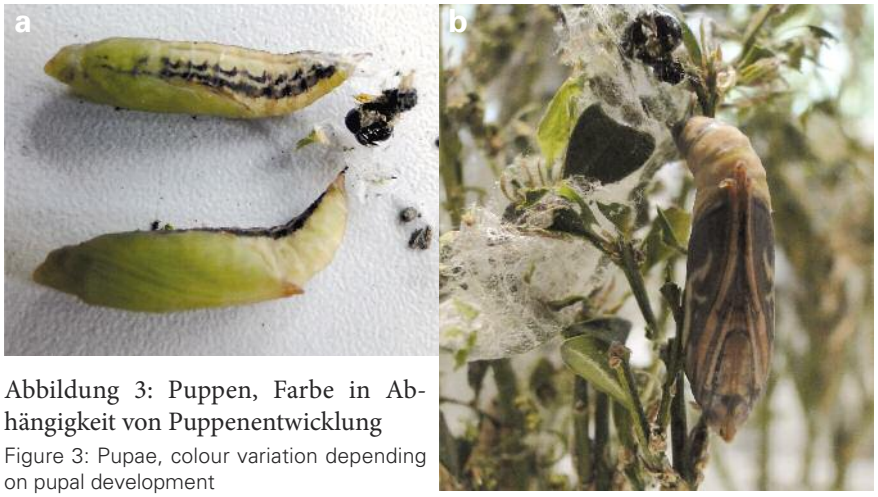

Abbildung 3: Puppen, Farbe in Abhängigkeit von Puppenentwicklung

Figure 3: Pupae, colour variation depending on pupal development

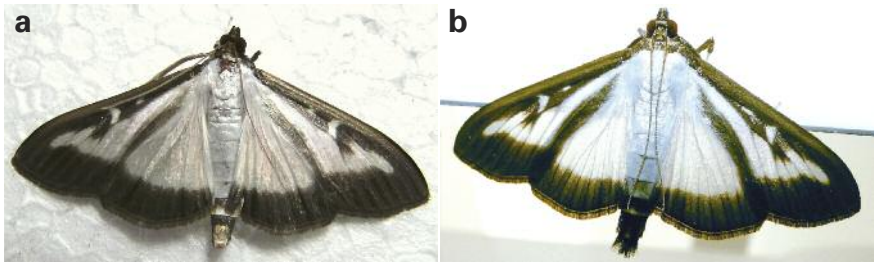

Abbildung 4: a) weiblicher und b) männlicher Falter

Figure 4: Adult, a) female, b) male

Zuerst leben und fressen sie zwischen zwei eingesponnen Blättern. In späteren Stadien halten sie sich tagsüber in einem selbstgesponnen Sack auf, der einem Spinnengelege ähnlich ist. In diesem überwintern die Raupen der letzen Generation. Mitte bis Ende März beginnen die Raupen wieder mit der Nahrungsaufnahme. Mitte April 2010, zum Zeitpunkt ihrer „Amtlichwerdung", waren sie etwa 1-1,5 cm groß.

Puppen

Nach einem etwa vier bis fünf Wochen dauernden Fraß verpuppen sich die Raupen an der Pflanze. Im Labor verließen auffallend viele Raupen die Pflanze (zu hohe Population?) und verpuppten sich in den Ecken oder entlang der Kanten der Käfige. Die Puppen sind etwa 2 cm lang und zunächst grün mit demselben Streifenmuster wie die Raupen. Mit Fortdauer der Puppenruhe verfärben sie sich unterschiedlich braun (Abbildung 3). Die Puppenruhe dauert zirka sieben bis zehn Tage.

Aus den bisherigen Befallsgebieten in Mitteleuropa wurden zwei bis drei Generationen pro Jahr beobachtet, in den Herkunftsgebieten des Buchsbaumzünslers sind bis zu fünf möglich.

Bekämpfung

Der Flug kann durch den Einsatz von Pheromonfallen überwacht werden. Fallen und Pheromone können über die Firma Andermatt in der Schweiz bezogen werden.

Bei frei fressenden Schmetterlingen gibt es zwei, sehr umweltfreundliche, da sehr selektiv wirkende Wirkstoffgruppen: zum einen die so genannten Häutungshemmer (am bekanntesten: Dimilin), zum anderen die Bazillus-thuringiensis-Präparate, wie Dipel oder Foray. Beide Präparate entfalten ihre Wirkung nur dann, wenn sie oral beim Fraß an der Pflanze aufgenommen werden. Leider gibt es nach dem derzeitigen Wissenstand für beide Wirkstoffgruppen keine aufrechte Zulassung für den Buchsbaumzünsler – sie dürfen daher nicht empfohlen werden.

Abbildung 5: Schaden: a) oberflächlicher Blattfraß, b) Rindenfraß am Trieb, c) Kahlfraß und Gespinste

Figure 5: Damages; a) scarping the leaf surface, b) pelling of the shoot, c) complete defoliation and webbing with frass

Derzeit stehen nur Neem-Öl-Produkte als umweltfreundliche Mittel sowie die herkömmlichen, wenig umweltfreundlichen, gegen frei fressende Schmetterlingsraupen zugelassenen Insektizide zur Verfügung. Zirka drei bis fünf Tage nach dem Falterflug und der Eiablage schlüpfen die ersten Jungraupen. Dies ist der beste Zeitpunkt für eine Behandlung, da die Eiraupen sehr empfindlich sind und sehr wirksam bekämpft werden können. Es liegen allerdings Beobachtungen vor, auch von der betroffenen Gartenbesitzerin, dass die Insektizidapplikation alleine das Problem nicht beseitigen kann (siehe Basler Zeitung 2010).

Wird der Buchsbaumzünsler erst in einem fortgeschrittenen Befallsstadium festgestellt, so können bei geringem Befall oder wenigen, nicht zu großen Pflanzen die Raupen abgesammelt und vernichtet werden. Bei der Entsorgung von befallenen Buchspflanzen ist darauf zu achten, dass sie möglichst in den Hausmüll kommen (nicht kompostieren). Als Zwischenlager bieten sich dunkle Müllsäcke an, die sich bei direkter Sonnenstrahlung so stark erwärmen, dass die Raupen geschwächt werden oder sogar verenden. Auch können abgesammelte Raupen sehr rasch in oder mit kochendem Wasser abgetötet werden.

Starker Befall kann auch in einem späteren Stadium mit einem für Schmetterlingsraupen zugelassenen Insektizid behandelt werden. Die Raupen sind allerdings in ihren Gespinsten meist gut geschützt.

Auf was ist zu achten?

1. Falter (ab Mai/Juni) und Raupen (ab März)
2. Fraßschäden: zunächst durchscheinende Blätter vor allem an Triebspitzen, später Fraß ganzer Blätter und von grüner Rinde
3. Gespinste sowie die Ansammlung von hellem Kot (in und um die Gespinste)
4. Kontrolle gesunder Pflanzen: Da der Befall im Inneren der meist dichten Buchspflanzen beginnt, sollten in Verdachtsgebieten unbedingt auch äußerlich gesund aussehende Pflanzen kontrolliert werden.
5. Sind Raupe, Falter und Gespinste vorhanden, besteht eigentlich keine Verwechslungsmöglichkeit.

Literatur

Albert, R. 2009: Der Buchsbaumzünsler *Diaphania perspectabilis*. In: Pflanzenschutz im öffentlichen Grün. LTZ Augustenberg, Karlsruhe, Außenstelle Stuttgart, http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1218043_l1/LTZ_Buchsbaumzuensler.pdf. Juli 2009

Basler Zeitung (amu/sda) 2010: Der Kampf gegen den Buchsbaumzünsler scheint verloren. http://bazonline.ch/basel/stadt/Der-Kampf-gegen-den-Buchsbaumzuensler-scheint-verloren/story/16739019. 08.04.2010

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfahlen 2009: Der Buchsbaumzünsler – Ein neuer Schädling aus Asien. Informationsblatt der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfahlen, Bonn, http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/pflanzenschutz/psd/pdf/buchsbaumzuensler-infoblatt.pdf

Landwirtschaftskammer Vorarlberg 2010: Buchsbaumzünsler (*Glyphodes perspectalis*). Merkblatt. In: www.ogv.at/ogv/documents/2010/ogv20100519001183.pdf. 30.04.2010

Perny, B. 2010: Buchsbaumzünsler breitet sich in Österreich aus - Waldforschungszentrum BFW meldet Fund in Mödling. BFW, Wien, http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=8360. 04.05.2010

Perny, B. 2010: Buchsbaumzünsler (*Diaphania perspectabilis*; syn. *Glyphodes perspectabilis*) - Die ersten Falter fliegen! BFW, Wien, http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=8471. 14.06.2010

Perny, B. 2010: Der Buchsbaumzünsler *Diaphania perspectabilis* – Ein neuer Schädling in Österreich. Poster, NÖ. Waldjugendspiele-Finale, Gföhl, 24.06.2010, BFW, Wien.

Bernhard Perny, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Institut für Waldschutz, Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien, Tel.: +43-1-87838 1103, E-Mail: bernhard.perny@bfw.gv.at

Neues Monitoringverfahren für die Fichtengespinstblattwespe in Bayern eingeführt

Hannes Lemme und Ralf Petercord

Abstract

New Monitoring of Spruce webworm in Bavaria

The new monitoring for spruce sawfly in Bavaria is divided in two different approaches. The local agency for food, agriculture and forestry (Germ. abbr. AELF) as well as Foresters of the Bavarian State Forestry initiate a winter census count for larvae in spruce stands after visible defoliation. The second part of the monitoring is performed by Bavarian State Institute of Forestry. In few fixed spruce stands the webworm is monitored every year. For a forecast both information are merged. The census method is also changed. The number of trees with a census count is increased from three to four and six respectively. The digging area per trees is reduced from 0.25 to 0.1 square meters. With these two different approaches as well as the change in the procedure per stand the effort is minimized with a consistent forecast quality.

Keywords: *Cephalcia abietis,* Spruce webworm, Monitoring, winter census counts of larvae, Bavaria

Kurzfassung

Das neue Monitoring zur Fichtengespinstblattwespe in Bayern verfolgt einen zweigleisigen Ansatz. Die Forstbetriebe und die Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) führen die Winterbodensuche nur in Beständen mit sichtbaren Fraßschäden durch. Den zweiten Teil des Verfahrens übernimmt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Jährlich werden in wenigen Fichtenbeständen Grabungen durchgeführt. Für eine Prognose werden die Informationen beider Verfahren zusammengeführt. Im neuen Verfahren wird die Anzahl der Bäume mit Grabungen je Suchbestand von drei auf vier bzw. sechs erhöht. Die Größe der Grabungsflächen je Baum wird von 0,25 auf 0,1 m^2 reduziert. Mit dem zweigleisigen Ansatz sowie der Änderung des Verfahrens im Suchbestand wird der Aufwand bei einer gleich bleibenden Qualität der Überwachung minimiert.

Schlüsselworte: *Cephalcia abietis,* Fichtengespinstblattwespe, Überwachung, Winterbodensuche, Bayern

Einleitung

In den 1980er und 1990er Jahren gehörte die Fichtengespinstblattwespe *(Cephalcia abietes)* zu den Forstschadinsekten, welche die Waldschützer der damaligen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt in Atem gehalten hatten. In einem dreijährigen Rhythmus wurden in den höheren Lagen der ostbayerischen Mittelgebirge Fichtenbestände zum Teil stark entnadelt. Die Schadgebiete lagen im Frankenwald, Fichtelgebirge, Oberpfälzer Wald und im Bayerischen Wald. Mit den sehr geringen Dichten seit Mitte der 1990er Jahre wurde der Überwachungsaufwand schrittweise reduziert. Im Sommer 2006 und vor allem 2009 wiesen in einigen Revieren im Inneren Bayerischen Wald stark entnadelte Fichten auf ein massives Auftreten dieser Blattwespe hin. Der erneute Anstieg veranlasste die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), die Überwachung dieser Art neu zu konzipieren.

Lebenszyklus und bisherige Überwachung

Die Larven der Fichtengespinstblattwespe fressen ausschließlich an Fichte, bevorzugt an älteren Nadeljahrgängen. Der Lebenszyklus der Blattwespe ist mehrjährig. In den bayerischen Mittelgebirgen liegen die Ruhelarven (= Nymphen) in der Regel drei Winter im Boden, bevor sie nach kurzer Puppenruhe im Frühjahr als Imagines erscheinen (Abbildung 1).

Bisher wurde zur Überwachung in den bekannten Schadensgebieten jährlich im Spätherbst unter den Fichtenkronen nach den Ruhelarven im Boden gegraben (Winterbodensuche). Die Nymphen wurden an die LWF gesendet und der Anteil der Pronymphen

Abbildung 1: Fichtenblattwespen: Weibchen (oben) und Männchen (unten) während des Schwarmfluges im Unterwuchs eines Fichtenbestandes (Foto: H. Lemme).

Figure 1: Spruce webworm *Cephalcia abietis*; female and male during swarming in scrub in spruce stand (photo: H. Lemme).

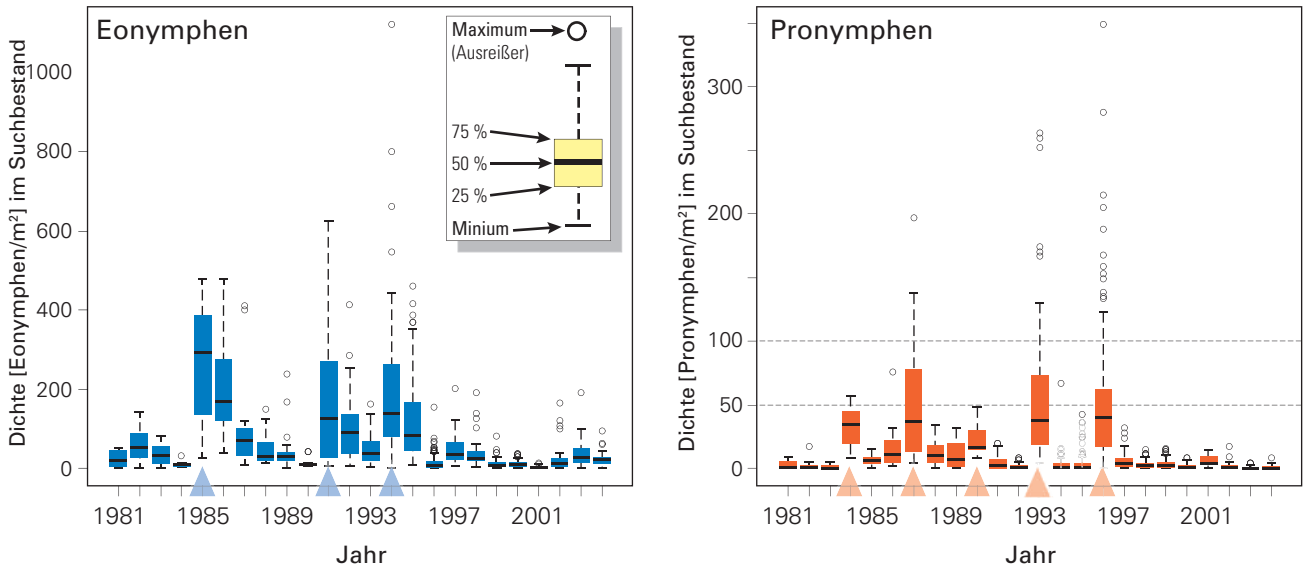

Abbildung 2: Populationsdynamik der Fichtengespinstblattwespe *Cephalcia abietes*, getrennt nach Eonymphen und Pronymphen im Herbst der Jahre 1981 bis 2004 im Frankenwald (als Ausreißer sind Werte gekennzeichnet, die außerhalb des 1,5-fachen des Interquartilbereichs liegen).

Figure 2: Population dynamics of spruce webworm *Cephalcia abietes*, separated by Eonymphs and Pronymphs in autumn 1981 to 2004 in the region Frankenwald (values beyond 1.5 times of the interquartile range are marked as outlier; circles).

bestimmt. Bei guter Benadelung werden Dichten ab 100 Pronymphen pro m^2 als kritisch angesehen.

Starke Entnadelung kann bereits durch Besonnung der Borke zu Schäden führen. Erst bei extrem hohen Dichten fressen die Larven auch an den diesjährigen Nadeln. Der vollständige Fraß dieser Nadeln führt dann zum sicheren Tod der Fichte.

Massenvermehrungen von 1979 bis 1994

In Abbildung 2 ist die Dichteentwicklung der Eonymphen (Ruhelarven; blau) und Pronymphen (schlupfbereite Ruhelarven; rot) im Herbst der Jahre 1981 bis 2004 für den im Nordosten Bayerns gelegenen Frankenwald dargestellt. In den Jahren 1984, 1987, 1990, 1993 sowie 1996 lagen im Herbst hohe, zum Teil extreme hohe Pronymphen-Dichten vor. Obwohl im nachfolgenden Sommer ein Fraßjahr zu erwarten war (Abbildung 2, rechter Teil; Jahre mit hohen Pronymphen-Dichten sind mit einem Dreieck gekennzeichnet), erfolgte nur in den Jahren 1985, 1991 und 1994 ein sehr starker Fraß (Abbildung 2, linker Teil; Fraßjahre sind mit einem Dreieck gekennzeichnet).

Genauigkeit der Winterbodensuche

Mit einer intensiven Überwachung der Blattwespe wurde in Bayern Ende der 1970er Jahre begonnen. In den Beständen wurde unter drei bis fünf Fichten innerhalb einer Grabungsfläche von 0,25 m^2 je Baum nach Nymphen gesucht. Die Genauigkeit dieser Dichteangaben in Abhängigkeit der Anzahl von Grabungen ist unbekannt.

Um die Genauigkeit der Winterbodensuchen abzuschätzen, wurden in mehreren, bayerischen Altfichtenbeständen unter 50 Fichten Grabungen im Ausmaß von 0,1 m^2 durchgeführt: Die Bodenstreu wurde spatentief nach Nymphen durchsucht. Zusätzlich standen Erhebungen der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei aus zwei Fichtenbeständen (mit je vier Grabungen á 0,1 m^2 an 50 Fichten) zur Verfügung: Die Daten zeigen, dass die Dichteverteilung der Nymphen vor allem von Baum zu Baum und weniger innerhalb der Kronenprojektionsfläche eines einzelnen Baumes variiert. Es ist also sinnvoll, mehr Bäume mit einer kleinen Grabungsfläche als wenige Bäume mit einer großen Grabungsfläche - wie im alten Suchverfahren - zu beproben. Als Konsequenz wurde die Suchfläche je Baum auf 0,1 m^2 reduziert.

Abbildung 3 zeigt die Verteilung der einzelnen Dichtewerte in dem Bestand „Innere Reuter“. Der überwiegende Teil der Bäume wies Dichten zwischen 0 und 60 Pronymphen/m^2 auf. Bei drei Bäumen wurden aber auch über 190 Pronymphen/m^2 gefunden.

Mit diesen Daten wurde mittels Resampling die Verteilung der Dichtewerte berechnet, die sich ergeben, wenn ein Revierförster an drei, vier oder sechs Bäumen in diesen Beständen graben würde. Ein Beispiel aus dem Bestand „Innere Reuter“: Bei einer mittleren Dichte von 63 Pronymphen/m^2 und vier Grabungen lägen 80 Prozent der Dichtewerte zwischen 32 und 100 Pronymphen/m^2 (Abbildung 3, roter Pfeil). Mit einer Wahrscheinlichkeit von zehn Prozent würde in diesem Bestand aber auch eine Dichte oberhalb des

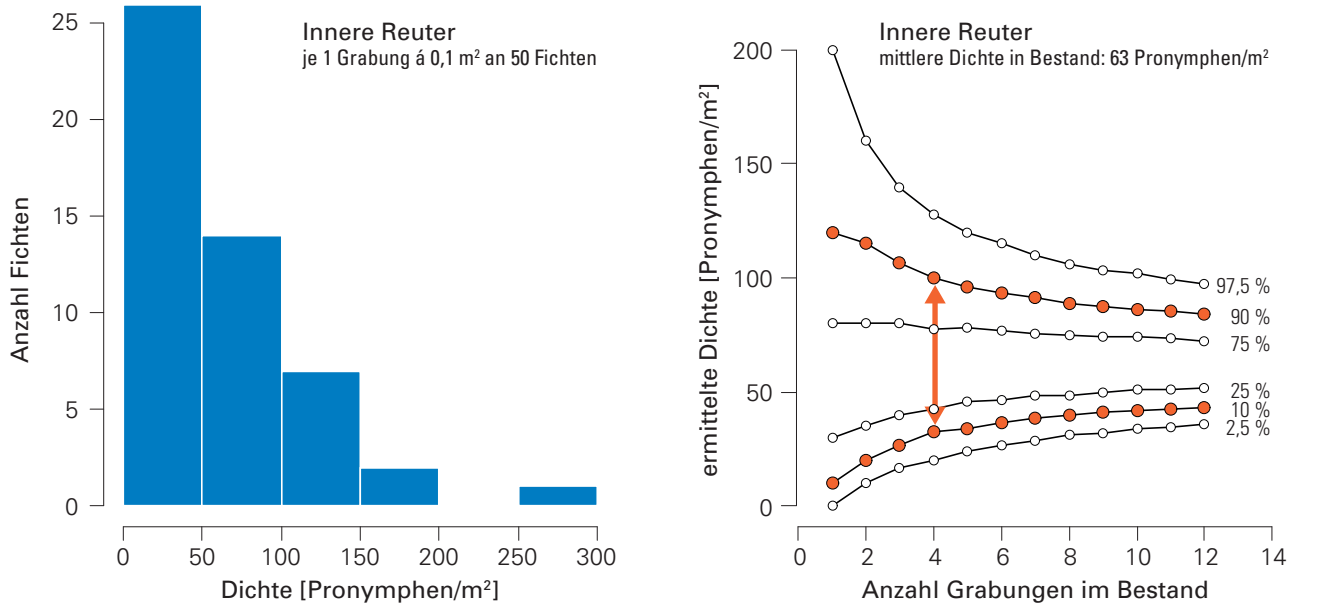

Abbildung 3: Verteilung der einzelnen Dichtewerte im Bestand „Innere Reuter“ (links) sowie Verteilung der durch Resampling ermittelten Pronymphen-Dichte in Abhängigkeit der Anzahl der Grabungen im Bestand (rechts).

Figure 3: Distribution of density values in the spruce stand “Innere Reuter” (left) and distribution of determined density values, calculated by resampling in relation to number of excavations per stand (right).

kritischen Wertes von 100 Pronymphen/m^2 ermittelt werden. Mit den Ergebnissen der Simulationen aller Flächendaten können wir jetzt die Genauigkeit der ermittelten Dichte einschätzen und ein abgestuftes Suchverfahren vorschlagen.

Das neue Überwachungsverfahren

Auf der Grundlage dieser Arbeiten wurden in Bayern nach Absprache mit den Bayerischen Staatsforsten ein überarbeitetes, zweigleisiges Überwachungsverfahren eingeführt: Mitarbeiter der Forstbetriebe graben in durch das Fraßgeschehen bestimmten Beständen, Mitarbeiter des Sachgebietes Waldschutz der LWF jährlich in wenigen, festen Suchbeständen.

Aufgaben der Revierförster

Die Winterbodensuche erfolgt in Beständen mit sichtbaren Fraßschäden im darauf folgenden Herbst sowie ebenfalls im Herbst in jenen Beständen, für die im nachfolgenden Sommer ein Fraß erwartet wird. Nach den Fraßschäden im Sommer 2009 erfolgte in diesen geschädigten Beständen im Herbst 2009 eine Bodensuche. In einigen Beständen wurden sehr hohe Dichtewerte für Eonymphen festgestellt. Dort können für den Herbst 2011 eine hohe Pronymphen-Dichte und Fraß im nachfolgenden Sommer 2012 erwartet werden. Daher wird in diesen Beständen im Herbst 2011 erneut die Bodensuche durchgeführt. Überwacht wird somit flexibel in Abhängigkeit von der Fraßaktivität der Blattwespe. Mit diesem anpassungsfähigen Verfahren wird mehr Verantwortung in die Hände der Revierförster gelegt; sie müssen den Fraß im Sommer beobachten und dann selbstständig die Suchbestände in den Fraßschwerpunkten festlegen.

Aufgaben der LWF

Für die überregionale Überwachung der Gespinstblattwespe führen Mitarbeiter der LWF jährlich im Herbst in bekannten Fraßgebieten die Winterbodensuche durch. Die Grabungen beschränken sich auf wenige, aber in der Auswahl fixierte Suchbestände. Ziel ist nicht die Prognose für diesen Bestand, sondern es soll herausgefunden werden: Wie verändert sich die Dichte von Jahr zu Jahr? War es ein gutes oder schlechtes „Blattwespenjahr“? Bleibt die Blattwespe in ihrem dreijährigen Rhythmus?

Zahl und Größe der Grabungsflächen

Auch das Verfahren der Grabung pro Suchbestand wurde geändert:

- Werden bei den ersten vier Grabungen in einem Bestand weniger als 14 Nymphen gefunden (entspricht einer Dichte von maximal 35 Pronymphen/m^2), so lässt sich eine Dichte von 75 Pronymphen/m^2 weitestgehend ausschließen. Die Grabung in diesem Bestand kann abgebrochen werden.
- Wird dieser Wert überschritten, folgen noch zwei weitere Grabungen.

Wird die Anzahl der Grabungen weiter erhöht, so steigt die Genauigkeit der Dichtebestimmung nur noch in sehr kleinen Schritten. Die Anzahl der Grabungen wurde daher auf sechs je Suchbestand begrenzt.

Durch das abgestufte Verfahren wird im Vergleich zum alten Verfahren die Gesamtsuchfläche je Bestand von 0,75 m^2 auf 0,4 bzw. 0,6 m^2 reduziert. Mit der Erweiterung auf sechs Grabungen je Suchbestand (im Falle von höheren Dichten) wird jedoch die Genauigkeit der Dichteangabe deutlich verbessert.

Ausblick auf 2011/2012

Die Eonymphen-Dichten sind in einzelnen Beständen so hoch, dass ein Überschreiten der kritischen Dichte im Herbst 2011 nicht ausgeschlossen werden kann. Im Sommer 2012 wird sich zeigen, ob mit diesem neuen Ansatz, der den Aufwand für die Forstbetriebe deutlich reduziert, aber auch mehr Eigenverantwortlichkeit verlangt, alle Bestände mit einem bestandesbedrohenden Fraß erkannt werden konnten. Eine erste Evaluierung dieses Verfahrens wird dann möglich sein.

Für die Überlassung der Daten der zwei Thüringer Bestände danken wir Dr. Ulf Baier von der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei.

Hannes Lemme und Ralf Petercord, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Sachgebiet Waldschutz, Hans-Carl-von-Carlowitz Platz 1, D 85354 Freising, +49-8161-71 4804, E-Mail: hannes.lemme@lwf.bayern.de; ralf.petercord@lwf.bayern.de

Diflubenzuron: ein notwendiger Wirkstoff für einen integrierten Pflanzenschutz

Ralf Petercord und Gabriela Lobinger

Abstract

Diflubenzuron: A Necessary Agent of Integrated Plant Protection

The pesticide Dimilin® 80 WG with the active agent Diflubenzuron is applied for controlling outbreaks of forest insects. The ecosystemical effects of the compound and its application in integrated plant protection are discussed.

Keywords: forest health, insecticide, moulting inhibitor

Kurzfassung

Das Pflanzenschutzmittel Dimilin® 80 WG mit dem Wirkstoff Diflubenzuron wird zur Bekämpfung von Massenvermehrungen forstlich relevanter Insekten eingesetzt. Erläutert werden die ökosystemaren Auswirkungen des Präparats und sein Einsatz im integrierten Pflanzenschutz.

Schlüsselworte: Forstschutz, Insektizid, Häutungshemmer

Notwendigkeit von Bekämpfungsmaßnahmen

Massenvermehrungen von Forstinsekten gehören zur Dynamik natürlicher Waldökosysteme. Über die Zerstörung von Waldflächen leiten sie deren Erneuerung ein und sind damit ein Motor der Sukzession, die zur Anpassung der Wälder an neue Umweltbedingungen gebraucht wird. Dieser Anpassungsprozess läuft über viele Waldgenerationen und benötigt viel Zeit.

Es ist ein Irrtum zu glauben, nach einer Waldzerstörung durch Forstinsekten würde sich in wenigen Jahren ein stabilerer Wald etablieren können. Genau das Gegenteil ist bei großflächigen Waldzerstörungen der Fall, weil auf großer Fläche ein nahezu gleich alter, wenig strukturierter Wald heranwächst, der in seiner Baumartenzusammensetzung dem zerstörten Wald weitgehend entspricht. Ein solcher Wald ist noch anfälliger gegenüber dem Auftreten einer forstschädlichen Art und begünstigt ihre Massenvermehrung. Das führt binnen weniger Jahre oder Jahrzehnte zu einer erneuten Waldzerstörung.

Massenvermehrungen von Forstinsekten und Bekämpfungsmaßnahmen müssen in ihren Auswirkungen auf die nachhaltige Bewirtschaftung des multifunktionalen Waldes bewertet werden.

Der Eichenprozessionsspinner *(Thaumetopoea processionea)* durchläuft in Mittel- und Unterfranken seit mehreren Jahren eine Massenvermehrung, beim Schwammspinner *(Lymantria dispar)* zeichnet sich ein erneuter Anstieg der Populationsdichte ab. Beide Entwicklungen geben Anlass, notwendige Waldschutzmaßnahmen darzustellen.

Integrierter Pflanzenschutz als Handlungsmaxime

Insektizide sollten nur bei bestandesbedrohenden Schäden oder einer Gefährdung der Waldfunktionen eingesetzt werden. In den vergangenen Jahren waren in Bayern chemische Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Eichenprozessionsspinner und den Schwammspinner

Abbildung 1: Raupenprozession des Eichenprozessionsspinners an einem Fledermauskasten
Figure 1: caterpillar procession of *Thaumetopoea processionea* at a bat box

Abbildung 2: Raupe des Schwammspinners
Figure 2: larva of Gipsy moth

erforderlich. Dies erfolgte auf verantwortungsvolle Weise: Trotz einer seit mehreren Jahren anhaltenden Massenvermehrung des Eichenprozessionsspinners wurde er nur in einzelnen Eichenbeständen bekämpft, die auf Grund mehrjähriger Fraßereignisse oder dem Auftreten komplexer Schadereignisse (Kombinationsfraß verschiedener Arten) in ihrer Vitalität geschwächt oder in deren Nähe die Gifthaare des Eichenprozessionsspinners (Abbildung 1) Menschen gefährdeten (Lobinger 2009). Der Schwammspinner (Abbildung 2) wird bei erwartetem Kahlfraß bekämpft, da bereits ein einmaliger Kahlfraß zu erheblichen Bestandesschäden führt (Lobinger 1999). Die Populationsdichte beider Schmetterlingsarten wird mit Hilfe aufwendiger Prognoseverfahren überwacht, daraus resultieren Bekämpfungsempfehlungen.

Wirkstoff und Wirkmechanismus

Ein Mittel zur chemischen Bekämpfung bei der Schmetterlingsarten ist das Pflanzenschutzmittel Dimilin® 80 WG mit dem Wirkstoff Diflubenzuron, das einen hohen Wirkungsgrad (um 98 %) aufweist. Dimilin hat einen Wirkstoffgehalt von 80 Prozent (800 g Diflubenzuron/kg Dimilin) und wird als Granulat in Wasser aufgelöst.

Bei dem Wirkstoff Diflubenzuron handelt es sich um ein Benzoylharnstoffderivat. Wirkstoffe dieser Wirkstoffgruppe nehmen unter den Insektiziden eine Sonderstellung ein, da sie nicht die Reizleitung im Nervensystem angreifen (Heitefuss 2000). Diflubenzuron hemmt den Transport von UDP-N-Acetylglucosamin durch die Biomembran der Zellen und verhindert so die Chitin-Synthese (Mitsui et al. 1984). Die auf diesem Weg verhinderte Häutung führt zum Absterben der Larven und der Puppen oder zu nicht lebensfähigen Adulten.

Das Mittel wirkt damit nicht sofort, sondern immer erst im Übergang zum nächsten Entwicklungsstadium. Ein sofortiges Fraßende ist daher mit Dimilin nicht zu erzielen. Neben der larviziden wurde auch eine ovizide Wirkung bei trächtigen Weibchen beobachtet, die auf demselben Wirkmechanismus beruht. Die gestörte Chitin-Einlagerung in die Cuticula des Embryos verhindert seine Entwicklung. Insgesamt macht dieser Wirkmechanismus Dimilin zu einem selektiv wirkenden Mittel, das ausschließlich sich häutende Entwicklungsstadien und nicht das ausgewachsene Imaginalstadium trifft. Dimilin wird daher auch als biotechnisch wirkender Metamorphose- und Häutungshemmer bezeichnet. Dimilin wirkt im Wesentlichen als Fraßgift und nicht systemisch, da der Wirkstoff nicht ins Pflanzengewebe eindringt. Stechend-saugende Insektenarten werden daher von Dimilin nicht betroffen (Buchberger 2000).

Rascher Abbau – kurze Verweildauer in der Umwelt

Untersuchungen zur Beständigkeit (Persistenz) von Diflubenzuron auf mit Dimilin behandelten Blättern zeigten, dass bereits innerhalb von drei Wochen 20 bis 80 Prozent der ausgebrachten Menge verloren gingen (Wimmer et al. 1993). Im Boden wird Diflubenzuron sowohl unter aeroben als auch unter anaeroben Bedingungen sehr rasch abgebaut. Die Halbwertszeit beträgt maximal zwei Tage. Hauptabbauprodukte (über 90 %) sind die Verbindungen 4-Chlorphenylharnstoff und 2,6-Difluorbenzoesäure. Abbauprodukte des 4-Chlorphenylharnstoffs werden stabil an Bodenpartikel gebunden und nicht in tiefere Bodenschichten verlagert oder mit dem Wasser ausgeschwemmt (Buchberger 2000; WHO 2008).

Direkte Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen

Zu einer vollständigen Bewertung müssen aber auch die direkten und indirekten Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen betrachtet werden. Entsprechend dem beschriebenen Wirkmechanismus über die Hemmung der

Abbildung 3: Die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln im Wald erfolgt sinnvollerweise mit dem Hubschrauber.
Figure 3: Pesticides in the forest are reasonably applied by helicopter.

Chitin-Synthese können die direkten Auswirkungen eines Dimilin-Einsatzes auf Säugetiere (einschließlich des Menschen) und Vögel nicht sehr hoch sein. Tatsächlich weist Diflubenzuron, unabhängig von der Art der Wirkstoffaufnahme, nur eine sehr geringe akut toxische Wirkung bei Säugetieren und Vögeln auf. In Laborversuchen betrug die mittlere letale Dosis (LD_{50}) für Ratten bei oraler Aufnahme über 4.640 Milligramm pro Kilogramm (mg/kg) Körpergewicht und bei dermaler Aufnahme mehr als 10.000 mg/kg Körpergewicht.

Langzeitfütterungsversuche mit verschiedenen Tier- und Vogelarten erbrachten weder bei Jung- noch bei Alttieren biologische oder toxikologisch signifikante Effekte (Buchberger 2000; WHO 1995, 2008). In Freilandversuchen beeinträchtigte die Ausbringung von 350 g/ha Diflubenzuron mittels Hubschrauber (Abbildung 3) die Singvogelarten eines Waldökosystems nicht (WHO 1995). Da Diflubenzuron kaum bioakkumuliert wird, kommt die WHO zu der Einschätzung, dass die Belastung von Wasser und Nahrung durch Diflubenzuron für den Menschen im Allgemeinen zu vernachlässigen ist.

Bei Arten, die Chitin synthetisieren, ist dagegen mit einer deutlich höheren Empfindlichkeit gegenüber dem Einsatz von Dimilin zu rechnen. Dazu zählen Gliedertiere, Weichtiere und Pilze. Zahlreiche Ergebnisse aus Untersuchungen zur Wirkung von Diflubenzuron auf verschiedene Arten liegen vor; Zusammenstellungen finden sich zum Beipiel in WHO (1995) und Schönfeld et al. (2006). Insgesamt wird festgestellt, dass nicht alle Arten gleich empfindlich auf Diflubenzuron reagieren und die Wirkung stark von der Dosis abhängt.

Weder die Imago noch die Brut von Honigbienen werden durch Dimilin in ihrer Entwicklung beeinflusst. Auch die Gefahr einer Kontamination von Waldhonig mit Diflubenzuron besteht nicht, da der Wirkstoff nicht systemisch wirkt und Honigtau produzierende Pflanzenläuse ihn nicht aufnehmen.

Am stärksten wirkt sich Diflubenzuron auf freifressende Schmetterlingsraupen und Blattwespenlarven aus, die zeitgleich mit den Zielarten Eichenprozessionsspinner und Schwammspinner an den Eichenblättern fressen. Dabei handelt es sich um die Raupen des Eichenwicklers, des Großen und Kleinen Frostspanners sowie verschiedener Arten von Laubholzeulen (Schönfeld et al. 2006). Selbstverständlich können auch seltene Arten der Roten Liste betroffen sein. Allerdings ist die Befürchtung, bei einer „flächigen Bekämpfung“ mit Dimilin, die immer örtlich begrenzt erfolgen würde, „seltene Arten zu vernichten“ (Schönfeld 2009), wissenschaftlich nicht haltbar.

Dimilin kann sich auf Schlupfwespen und Raupenfliegen als Parasitoide von Schmetterlingsraupen sowohl direkt als auch indirekt auswirken. Die direkte Wirkung hängt vom Entwicklungsstadium ab, in dem sich die Parasitoidenlarve befindet (Heynen 1985).

Auswirkungen von Dimilin wurden auch für Arten von Zweiflüglern, Hautflüglern, Geradflüglern, Fransenflüglern, Ohrwürmern sowie Lauf- und Aaskäfern beschrieben (Schanowski 1999; Beck et al. 2004). Die Auswirkungen sind artspezifisch zeitlich befristet, eine Erholung der Populationen war je nach Generationsdauer teilweise sogar noch im Jahr der Bekämpfung zu beobachten (Schönfeld et al. 2006).

Bodenorganismen werden unterschiedlich stark beeinflusst. Regenwürmer und Enchyträen schädigt Dimilin nicht oder sie wandern zeitweise in tiefere Bodenschichten ab. Springschwänze und Milben reagieren artspezifisch mit einer Ab-, aber auch mit einer Zunahme der Populationsdichte (Beck et al. 2004). Insgesamt sind langfristige Effekte auf die streu- und bodenbewohnenden Arten durch Dimilin nicht zu befürchten (Rieske und Buss 2001). Auf insektenpathogene Pilze wirkt Dimilin artspezifisch schwach wachstumshemmend bzw. wachstums- und sporulationsfördernd (Keller 1978).

Dimilin ist giftig für Wasserorganismen, dies gilt in besonderem Umfang für Fischnährtiere, wie die zu den Krebstieren gehörenden Wasserflöhe *(Daphnia* sp.*)*, und in höherer Konzentration auch für Algen und Fische. Die Zulassung beinhaltet daher eine Wasserschutzauflage.

Indirekte Wirkungen auf Nicht-Zielorganismen

Massenvermehrungen forstlich relevanter Schmetterlings- und Blattwespenarten erhöhen das Nahrungsangebot für Vogelarten. Sie verbessern das Brutraumangebot nach dem Absterben der Bäume, was sich positiv auf deren Populationsentwicklung auswirken kann (Schönfeld et al. 2006). Aufgrund einer besseren Energiebilanz sind die Elterntiere und Nestlinge vitaler, was eine höhere Anzahl von Zweitbruten zur Folge hat. Die Bekämpfung einer Massenvermehrung verknappt damit das Nahrungsangebot. Meistens nimmt dann die Anzahl von Zweitbruten ab, die allerdings nicht nur vom Nahrungsangebot, sondern auch vom Zeitpunkt

der Erstbrut, den Witterungsbedingungen und dem Konkurrenzdruck abhängt.

Massenvermehrungen des Eichenprozessionsspinners sind anders zu bewerten, da über die Brennhaare der Raupen eine tödliche Gefahr für die Nestlinge ausgeht. Eine Bekämpfung dient in diesem speziellen Fall sogar dem Schutz von Vogel- und Fledermausarten.

Maßnahmen zur Minimierung ökologischer Nebenwirkungen

Die ökologischen Nebenwirkungen eines Pflanzenschutzmitteleinsatzes mit Dimilin werden in der Waldschutzpraxis mit Hilfe verschiedener Maßnahmen minimiert:

- Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln wird auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt. Sie kommen erst dann zum Einsatz, wenn alle anderen Maßnahmen des integrierten Pflanzenschutzes ausgeschöpft sind und eine objektive Bestandesgefährdung vorliegt.
- Die Bekämpfungsflächen werden über Prognoseverfahren sorgfältig abgegrenzt und auf das notwendige Minimum beschränkt. Dabei werden je nach Zielart Flächen gezielt von der Bekämpfung ausgenommen, um damit „ökologische Fenster“ zum Beispiel für antagonistische Arten zu erhalten.
- Der Einsatz abdriftmindernder Injektordüsen und die Applikation bei Windgeschwindigkeiten bis zwei Meter pro Sekunde vermindern die Abdrift.
- Zu stehenden und fließenden Gewässern wird ein Abstand von 100 Metern eingehalten.
- Bekämpft wird frühestmöglich und bei optimalen Witterungsbedingungen für die Nahrungsaufnahme der Raupen. Auf diese Weise werden die empfindlichen ersten Larvenstadien der Zielorganismen getroffen. Weiterer Vorteil: Statt 75 g/ha des Präparats Dimilin® 80 WG reichen 15 g/ha aus (Skatulla und Lobinger 1995). Gleichzeitig werden Nicht-Zielorganismen mit späterem Entwicklungszeitraum, insbesondere auch Parasitoide, geschont.

Fazit

Chemische Pflanzenschutzmittel zum Waldschutz werden im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes immer als letztes Mittel der Wahl nach sorgfältiger Abwägung aller Vor- und Nachteile eingesetzt.

Mit dem Präparat Dimilin® 80 WG steht ein hochwirksames, weitgehend selektiv wirkendes Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Massenvermehrungen forstlich relevanter Schmetterlingsraupen und Blattwespenlarven zur Verfügung. Im Vergleich zu anderen Insektiziden besitzt es einen hohen Wirkungsgrad und vergleichsweise geringe Nebenwirkungen bei ordnungsgemäßem Einsatz. In den vergangenen Jahren wurden in der bayerischen Waldschutzpraxis die Nebenwirkungen eines Dimilin-Einsatzes weiter reduziert und mögliche Auswirkungen auf die Waldökosysteme minimiert. Damit wurde neben den forstwirtschaftlichen auch den berechtigten naturschutzfachlichen Zielen entsprochen.

Literatur

Beck, L., Römbke, J., Ruf, A., Prinzing, A, Woas, S. 2004: Effects of Diflubenzuron and *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* toxin on soil invertebrates of a mixed deciduous forest in the Upper Rhine Valley, Germany. European Journal of Soil Biology 40: 55-62.

Buchberger, W. 2000: Wirkungen und Nebenwirkungen von Dimilin. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft. http://bfw.ac.at/400/1064.html. 27.07.2000.

Heitefuss, R. 2000: Pflanzenschutz: Grundlagen der praktischen Phytomedizin. 3., neubearb. u. erw. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York: 399 S.

Heynen, C. 1985: Untersuchungen zum Einfluß von Diflubenzuron (Dimilin) auf das Wirt-Parasit-System *Spodoptera littoralis* Boisd. (Lep., Noctuidae)/*Microplitis rufiventris* Kok. (Hym., Braconidae). Zeitschrift für Angewandte Entomologie 100: 113-132.

Keller, S. 1978: Untersuchungen über den Einfluß von Dimilin (Diflubenzuron) auf das Wachstum und die Konidienkeimung einiger insektenpathogener Pilze. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 51 (6): 81-83.

Lobinger, G. 1999: Zusammenhänge zwischen Insektenfraß, Witterungsfaktoren und Eichenschäden. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Nr. 19: 89 S.

Lobinger, G. 2009: Der Eichenprozessionsspinner in Bayern. LWF aktuell 70: 56-57.

Mitsui, T., Nobusawa, C., Fukami, J. 1984: *Mode* of Inhibition of Chitin Synthesis by Diflubenzuron in the Cabbage Armyworm, *Mamestra brassicae* L. J. Pesticide Sci. 9: 19-26.

Rieske, L. K., Buss, L. 2001: Effects of gypsy moth suppression tactics on litter- and ground-dwelling arthropods in the central hardwood forests of the Cumberland Plateau. Forest Ecology and Management 149: 181-195.

Schanowski, A. 1999: Auswirkungen des Einsatzes von Dimilin auf die Arthropodenfauna am Beispiel der Nachtfalter, Lauf- und Aaskäfer sowie Borkenkäfer. Berichte Freiburger Forstl Forschung 13: 102-121.

Schönfeld, F., Hacker, H., Bußler, H., Gruppe, A., Schlumprecht, H., Goßner, M., Müller, J. 2006: Einfluss des Häutungshemmers Diflubenzuron auf die Fauna von Waldslebensgemeinschaften. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 201: 186 S.

Schönfeld, F. 2009: Dimilin im Eichenwald. LWF aktuell 70: 58-60.

Skatulla, U., Lobinger, G. 1995: Wirkung von Dimilin bei reduzierten Aufwandmengen. AFZ der Wald 50 (1): 52-54.

World Health Organization (WHO, Hrsg.) 1995: Diflubenzuron. Health and Safety Guide No. 99.

World Health Organization (WHO, Hrsg.) 2008: Diflubenzuron in Drinking-water: Use of Vector Control in Drinking-water Sources and Containers. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality: 4 S.

Wimmer, M. J., Smith, R. R., Wellings, D. L., Toney, S. R., Faber, D. C., Miracle, J. E., Carnes, J. T. Rutherford, A. B. 1993: Persistence of Diflubenzuron on on Appalachian Forest Leaves in Aerial Application of Dimilin. J. Agric. Food Chem. 41: 2184-2190.

Ralf Petercord und Gabriela Lobinger, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Sachgebiet Waldschutz, Hans-Carl-von-Carlowitz Platz 1, D-85354 Freising, Tel.: +49-8161-71 4928, E-Mail: ralf.petercord@lwf.bayern.de; gabriela.lobinger@lwf.bayern.de

Sind die „nicht phytotoxischen“ Spurenstoffe in der Luft für den Wald relevanter als aggressive Luftschadstoffe?

Stefan Smidt

Abstract

Are “Non Phytotoxic” Trace Gases More Relevant for Forest Ecosystems Than Aggressive Air Pollutants?

Following profound air pollution control measures in Europe, the less reactive greenhouse gases (carbon dioxide, methane, fluorochlorocarbons, nitrous oxide) have gained in importance. Whereas direct negative effects on plants are – with the exception of ozone - negligible, indirect effects - increasing temperature, but also degradation of the stratospheric ozone – are of utmost interest due to the remarkable increase in concentration of these micro-pollutants.

Keywords: Greenhouse effect, pollutant input, inert gases

Kurzfassung

Nach zum Teil tief greifenden Luftreinhaltemaßnahmen in Europa rückten die meist wenig reaktionsfähigen Treibhausgase (Kohlendioxid, Methan, Fluorchlorkohlenwasserstoffe, Lachgas) mehr und mehr in den Mittelpunkt des Interesses. Während mit Ausnahme von Ozon ihre direkten negativen Wirkungen auf die Vegetation unwesentlich sind, gewinnen die indirekten Wirkungen - die Temperaturerhöhung, aber auch der stratosphärische Ozonabbau - zunehmend an Bedeutung, weil die globalen Konzentrationen dieser Spurenstoffe markant zunehmen.

Schlüsselworte: Treibhauseffekt, Immissionen, Inertgase

Die Entwicklung der Waldbelastung von den Rauchschäden zur Klimaerwärmung

Bis in die 1980er Jahren haben **Rauchschäden** die Wissenschafter in Europa beschäftigt. Dabei stand die Emission von Schwefeldioxid (SO_2), Stickstoffoxiden (NOx), Fluorwasserstoff (HF) sowie alkalischen und schwermetallhältigen Stäuben im Vordergrund. Die Schädigungen waren meist einem Emittenten zuordenbar. Nach dem Auftreten der „**neuartigen Waldschäden**“ rückten das komplexe Zusammenwirken von Ozon (O_3) und anderen Stressoren sowie großflächige Stickstoffeinträge zunehmend in den Vordergrund. Die Schadstoffe verteilten sich wesentlich großräumiger, konkrete Verursacher von Vegetationsschäden waren nicht mehr feststellbar.

Neben den genannten reaktionsfähigen Spurenstoffen gibt es mehr oder weniger reaktionsfähige Verbindungen, die bei realistischen Konzentrationen keine direkten Pflanzenschäden hervorrufen, wie etwa die Treibhausgase Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Lachgas (N_2O) und die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW). Weiters sind Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffoxide (NOx) und flüchtige organische Komponenten (VOCs) als Ozonvorstufe zu berücksichtigen, CO ist zusätzlich eine Vorstufe des CO_2. Ammoniak kann Vorstufe von Aerosolen als auch von N_2O sein. Reaktionsträge Verbindungen können sich überregional ausbreiten; die Konzentrationen dieser Spurenstoffe sind vergleichsweise homogen verteilt. Ozon ist ebenfalls ein Treibhausgas, das jedoch in den vorkommenden Konzentrationen pflanzenschädigend wirken kann. Gebremst wird die Klimaerwärmung durch Aerosole, die u. a. aus NH_3, NOx und SO_2 entstehen. Daraus wird klar, dass fast alle Spurenstoffe in das Klimageschehen eingreifen, wobei die Klima erwärmenden Effekte – vor allem die vom Menschen verursachten - gegenüber den abkühlenden Wirkungen überwiegen.

Natürliche und anthropogene Emissionen nicht direkt phytotoxischer Spurenstoffe

Beim CO_2 und N_2O dominieren die natürlichen Quellen mehr oder weniger deutlich, bei CH_4 anthropogen oder anthropogen induzierte Quellen, während FCKWs ausschließlich vom Menschen produziert werden. Ozon wird vor allem photochemisch gebildet. Global gesehen sind CO-Emissionen aus Verbrennungsvorgängen von globaler Bedeutung (www.luftschadstoffe.at). Die Tabelle 1 gibt einige Eckdaten zu den wenig reaktionsfähigen Treibhausgasen wieder.

Veränderung des Schadstoffcocktails

In den letzten 30 Jahren gingen in Europa die Emissionen an Schwefeldioxid (SO_2) und Staub deutlich zurück, stickstoffhältige Emissionen aber nicht in diesem Ausmaß. Demgegenüber nehmen die Konzentrationen der Treibhausgase CO_2, CH_4 und N_2O seit dem Beginn der Industrialisierung global gesehen exponenziell zu (Abbildung 1). Global ist auch ein Zuwachs der stickstoffhältigen Emissionen und der CO-Emissionen zu beobachten.

Tabelle 1: Relative Treibhauspotenziale und ihr Beitrag zur globalen Erwärmung. Aufgrund der Emissionen kommen sie in unterschiedlichen mittleren Konzentrationen vor.
Table 1: The relative greenhouse potentials of greenhouse gases and their contribution to global warming. Due to emission sources they occur in different mean concentrations.

Spurenstoff	Relatives Treibhauspotenzial (Lesch et al. 1990)	Beitrag zur globalen Erwärmung (100 Jahre; Möller 2003)	Bandbreite der Angaben über globale Emissionen (Tg p.a.)	Konzentrationen in der Troposphäre (ppb; Blasnig 2009)
Wasserdampf	k. A.	66 %	-	
Kohlendioxid (Emissionen als CO_2-C)	1	20 %	67.000 - 69.000 CO_2-C **)	383.900
Methan	10 - 32 (21)	2,5 %	170 - 1210 CH_4 *)	1857 / 1735
FCKWs	1300 - 18.000	k. A.	0,001 - 0,1 N_2O *)	< 0,5
Lachgas	180 - 240 (310)	0,8 %	14,7 **)	321 / 320
Troposphärisches Ozon	2000	7 %	2260 - 4500 p)	
Schwefelhexafluorid (SF_6)	23.900	k. A.		0,006

Emissionen: Lesch et al. 1990; Möller 2003, Lachgas: Reineke und Schlömann 2007; Kohlenstoff: Bresinsky et al. 2008; FCKW: Field und Raupach 2004; Konzentrationen: Blasnig 2009
*) anthropogen (Industrie, Verkehr etc.) oder anthropogen induziert (Biomasseverbrennung, Tierhaltung) überwiegen
**) natürliche Quellen (Böden, Vegetation, Meere) überwiegen
p) vorwiegend photochemische Bildung

Direkte Wirkungen haben kaum Bedeutung

Die direkten Wirkungen der wenig reaktionsfähigen Treibhausgase auf den pflanzlichen Stoffwechsel sind vergleichsweise unbedeutend und deshalb kaum untersucht. Es sind daher vor allem deren indirekte Wirkung (Klimaerwärmung) von Interesse. Die Umgebungskonzentrationen erreichen nicht einmal in Ballungsräumen phytotoxische Konzentrationen.

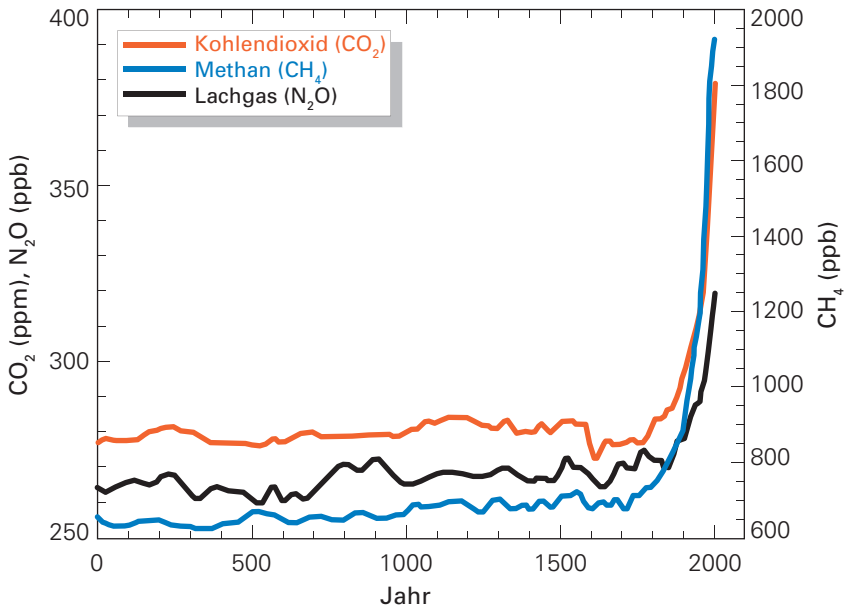

Abbildung 1: Anstieg der mittleren globalen Konzentrationen von Kohlendioxid, Methan und Lachgas (IPCC 2007)
Figure 1: Increase of the mean global concentrations of carbon dioxide, methane and nitrous oxide (IPCC 2007)

Kohlendioxid: Durch ein erhöhtes Angebot an Kohlendioxid kann die Photosynthese-Rate zumindest temporär gesteigert werden, was aber nicht notwendigerweise mit einer verstärkten Festlegung von Kohlenstoff in der Biomasse verbunden sein muss. Die konkreten Auswirkungen eines erhöhten CO_2-Levels hängen von sehr vielen Faktoren ab.

Methan wirkt erst bei etwa 1000 ppm phytotoxisch, das ist das mehr als das 500-fache der Umgebungskonzentration.

Über direkte toxische Wirkungen der übrigen Treibhausgase unter annähernd realistischen Konzentrationen liegen keine Informationen vor.

Indirekte Wirkungen der Treibhausgase auf Pflanzen

Abbau des stratosphärischen Ozons

Die in der Troposphäre sehr stabilen (persistenten) Gase Lachgas und FCKWs können in die Stratosphäre diffundieren und dort unter der hohen kurzwelligen Sonneneinstrahlung Radikale bilden und Ozon abbauen. Eine durchlässigere Ozonschicht lässt mehr UV-Strahlung durch, diese kurzwellige Strahlung kann sich negativ auf die Vegetation auswirken, so etwa Proteine,

Nukleinsäuren und Phytohormone zerstören sowie das Photosystem II verändern.

Wirkung der Erwärmung auf Waldökosysteme

Eine Klimaerwärmung hat auf die Vegetation eine regional stark differenzierte, komplexe Wirkung: etwa auf Niederschlagsverteilung und Wasser- und Nährstoffversorgung. Und damit auf die Biomassebildung und auf weitere Faktoren wie den Schädlingsdruck. Dabei spielen neben externen und internen Faktoren auch die Beeinflussung der Konkurrenzsituation sowie eine kaum überschaubare Fülle an positiven und negativen Rückkoppelungen eine Rolle. Die positiven Rückkoppelungen (z. B. Erhöhung der mikrobiellen CO_2-Produktion, verringerte Absorptionsfähigkeit der Ozeane) dürften gegenüber den negativen Rückkoppelungen (z. B. verstärkte Wolkenbildung) überwiegen.

Die Entwicklung der Spurengas-Emissionen und die sich daraus ergebenden, möglichen Konsequenzen zeigen, dass die nicht unmittelbar pflanzenschädigenden Spurenstoffe in der Atmosphäre globale und kontinentale Auswirkungen auf Waldökosysteme haben und in zunehmendem Maße haben werden. Demgegenüber nimmt in vielen Gebieten der Erde - abgesehen von Indien und China - die relative Bedeutung der „klassischen Luftschadstoffe“ ab.

Literatur

Blasnig T. J. 2009: Recent greenhouse gas concentrations. http://cdiac.ornl.gov/pns/current_ghg.html. September 2010.

Bresinsky A., Körner C., Kadereit J.W., Neuhaus G., Sonnewald U. 2008: Strasburger - Lehrbuch der Botanik. 36. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 1176 S.

Field C. B., Raupach M. R. (edts.) 2004: The Global Carbon Cycle: Integrating Humans, Climate, and the Natural World. Island Press, SCOPE 62: 568 S.

IPCC 2007: Fourth Assesment Report. http://www.forestry.gov.uk/climatechange

Lesch K. H., Cerveny M., Leitner A., Berger B. 1990: Treibhauseffekt – Ursachen, Konsequenzen, Strategien. Umweltbundesamt, Wien, Monographien Bd. 23.

Möller D. 2003: Luft. De Gruyter, Berlin, New York: 750 S.

Reineke W., Schlömann M. 2007: Umweltmikrobiologie. 1. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, München: 407 S.

Stefan Smidt, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Institut für Waldschutz, Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien, Tel.: +43-1-87838 1124, E-Mail: stefan.smidt@bfw.gv.at

Lexikon waldschädigende Luftverunreinigungen und Klimawandel

www.luftschadstoffe.at

Im Rahmen der BFW-Dokumentationen wurde der Band „Wirkungen von Luftschadstoffen auf Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung von Waldbäumen“ von Stefan Smidt 2010 in einer Neuauflage verbessert, aktualisiert und erweitert.

In den ersten Kapiteln werden die allgemeinen Wirkungen, Messmethoden und einschlägigen gesetzliche Grundlagen angeführt.

In den weiteren Kapiteln werden die einzelnen Luftschadstoffe und ihre Wirkungen auf die Vegetation abgehandelt. Ein gesondertes Kapitel behandelt die Auswirkungen des Klimawandels auf Waldökosysteme.

Der umfangreiche Anhang enthält unter anderem globale Spurenstoffbudgets, Emissionen in Österreich, Grenzwerte sowie eine ausführliche Literatur- und Linkliste.

Download
www.luftschadstoffe.at
Link „Lexikon-Kurzversion“

Personelles

Ing. Karl Meister verstorben

Karl Meister wurde am 13. Februar 1918 in Hirtenberg (NÖ) geboren. Seine beruflichen Stationen führten ihn über die Rothschildsche Forstverwaltung Hirtenberg, die österreichische Waldstandsaufnahme und den Malteser Ritter-Orden (Waldbetrieb Ligist) im Jahr 1957 an die Forstliche Bundesversuchsanstalt (jetziges BFW) an das Institut für Forstschutz. Dort befasste er sich unter anderem mit dem Spannungsfeld Wald/Wild und der Vermeidung von Wildschäden. Am 31. März 1978 trat er seinen Ruhestand an.

Karl Meister war im Verein der Förster im öffentlichen Dienst auch ehemaliger Obmann der Landesgruppe Wien. Er erfreute sich bis zuletzt guter Gesundheit und nahm - als an Jahren ältestes Mitglied - regelmäßig an den Aktivitäten seiner Forstkollegen teil.

Ing. Karl Meister ist am 13. November 2010 im 93. Lebensjahr verstorben. Trotz seines lange zurück liegenden Pensionsantritts ist er noch den meisten Kolleginnen und Kollegen vom Waldschutz bekannt, auch wenn sie ihn nicht mehr persönlich im Dienst erlebt hatten. Mit vielen verband ihn ein freundschaftliches Verhältnis.

Hannes Krehan – ein grüner 50iger

Am 15. September 2010 feierte HR DI Hannes Krehan, Leiter der Abteilung Entomologie am Institut für Waldschutz des Waldforschungszentrums BFW seinen 50. Geburtstag. Als er das Studium der Forstwirtschaft beendete, war die Zeit durch die Waldsterbensdiskussion der 1980er Jahre gekennzeichnet. Daher ist es nicht verwunderlich, dass er in den ersten Berufsjahren in der Österreichischen Waldzustandsinventur (WZI) tätig war.

Seit 1989 ist Hannes Krehan am Institut für Waldschutz beschäftigt. Die Schwerpunkte in seinem Tätigkeitsfeld wurden durch die Forstschutzprobleme der beiden vergangenen Jahrzehnte bestimmt: die anhaltende Borkenkäfer-Gradation und phytosanitäre Bedrohung des österreichischen Waldes durch eingeschleppte Schädlinge. Durch seinen unermüdlichen Einsatz im „Pflanzschutzdienst – Forst“ ist er als Fachmann in nationalen und internationalen Gremien gefragt. Zahlreiche Publikationen, Vorträge und Schulungen sowie der Aufbau des Österreichischen Borkenkäfer-Monitorings spiegeln sein Bemühen wider, immer praxisorientierte und mit Partnern koordinierte Arbeit zu leisten.

Um ihn hinkünftig besser bei der Bekämpfung von Borkenkäfern und invasiven Schadorganismen unterstützen zu können, wurde er von seinen Institutskollegen neu in seiner sportiven Lieblingsfarbe eingekleidet.

Wir wünschen Hannes viel Erfolg im Kampf gegen Forstschädlinge – sowie stets gutes Abschneiden „seines“ SK Rapids - und hoffen, dass er noch viele Jahre bei bester Gesundheit zum Wohle des österreichischen Waldes das Waldschutzteam unterstützen wird.

Absender **Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) Institut für Waldschutz**
Seckendorff-Gudent-Weg 8
A-1131 Wien

Anschrift

Impressum

P-ISSN 1815-5103
E-ISSN 1815-5111

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet. Die Urheberrechte von namentlich nicht gekennzeichneten Fotos und Grafiken liegen beim Erstautor.

Presserechtlich für den Inhalt verantwortlich:
Dr. Peter Mayer

Redaktion: Gottfried Steyrer,
Christian Tomiczek, Christian Lackner
Lektorat: Margareta Khorchidi, Stefan Smidt
Layout: Johanna Kohl

Bezugsquelle: Bibliothek des BFW
Tel. +43-1-87838 1216
Preis: 6,— Euro

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)
Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien
Tel. +43-1-87838 0 / Fax: +43-1-87838 1250

Kontakt für Bayern: Ralf Petercord
Bayr. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1, D-85354 Freising
Tel. +49-8161-71 4928 / Fax: +49-8161-71 4971